This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

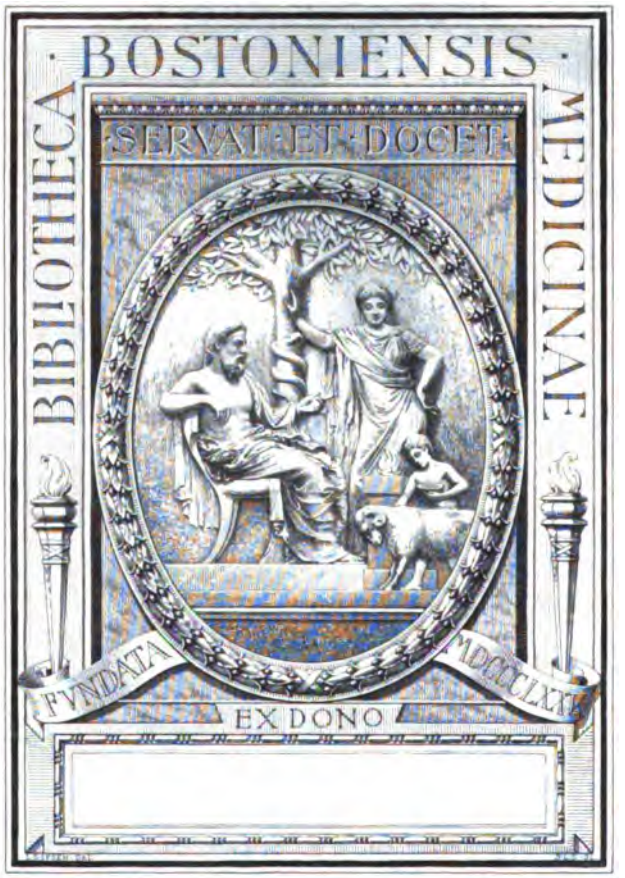
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


BIBLIOTHECA · BOSTONIENSIS · MEDICINAE
SERVAT ET DOCET
FVNDATA
MDCCCLXXX
EX DONO

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

79. VERSAMMLUNG ZU DRESDEN.

15.—21. SEPTEMBER 1907.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES
UND DER GESCHÄFTSFÜHRER

VON

ALBERT WANGERIN.

ERSTER TEIL.

Die allgemeinen Sitzungen, die Gesamtsitzung beider Hauptgruppen und die gemeinschaftlichen Sitzungen der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe.

(Mit 5 Abbildungen im Text und 1 Tafel.)

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1908.

BOSTON MEDICAL
JUN 13 08
LIBRARY.

CATALOGUED
JUN 13 1908
E. H. B.

10491

INHALT.

Bericht über die allgemeinen Sitzungen und die Geschäftssitzung.

Seite

I. Allgemeine Sitzung 3
II. Allgemeine Sitzung 20
Geschäftssitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte . . . 23

Bericht über die allgemeinen Sitzungen.

I. Allgemeiner Bericht der Unterrichtskommission. Von A. Gutzmer . . 27
II. Allgemeine Ausführungen zu den Vorschlägen der Unterrichtskommission über die Lehrerausbildung. Von F. Klein 32
Beilagen zum Bericht der Unterrichtskommission:
1. Vorschläge für die wissenschaftliche Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik und der Naturwissenschaften 40
2. Bericht über die Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Lehranstalten Preußens 84
III. Die Behandlung der Milch. Von W. Hempel 112
IV. Moderne Analyse psychischer Erscheinungen. Von A. Hoche 129
V. Die Eroberung der Atmosphäre. Von H. Hergesell 133
VI. Die neuere Tierpsychologie. Von O. zur Strassen 140
VII. Die Milchstraße. Von Max Wolf 176

Bericht über die Gesamtsitzung beider Hauptgruppen sowie über die gemeinsamen Sitzungen der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe.

I. Bericht über die Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen 197
1. Über das Sehen der niederen Tiere. Von R. Hesse 198
2. Über das Sehen der Wirbeltiere und Kopffüßler. Von L. Heine . . 204
II. Bericht über die gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe 211
1. Die Erdbebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik. Von E. Wiechert (mit 3 Abbildungen und 1 Tafel) . . 212
2. Die Erdbeben in ihrer Beziehung zum Aufbau der Erdrinde. Von Fritz Frech 233
3. Meine Fahrten zu den Ureinwohnern Nord-Australiens in den Jahren 1904—1906. Von H. Klaatsch 241
III. Bericht über die gemeinschaftlichen Sitzungen der medizinischen Hauptgruppe 242
Sitzung der ersten Abteilung 242
1. Die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen. (Erstes Referat.) Von Christian Bohr . . . 243
2. Die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen. (Zweites Referat.) Von M. Ph. Tendeloo. (Mit 2 Kurven) 260
3. Über Nervenregeneration und Heilung durchschnittener Nerven. Von H. Spitzy 289
4. Über Nervenregeneration und Heilung durchschnittener Nerven. Von A. Bethe 290
Sitzung der zweiten Abteilung 291
1. Die Beziehungen des Gefäßsystems zu den malignen Geschwülsten. Von E. Goldmann 292
2. Weitere Erfahrungen über Geschwulstimmunität bei Mäusen. Von Georg Schöne 304
3. Ergebnisse der serologischen Untersuchungen beim Carcinom. Von Georg Kelling 308

BERICHT

ÜBER DIE

ALLGEMEINEN SITZUNGEN

UND DIE

GESCHÄFTSSITZUNG.

BOSTON MEDICAL
JUN 13 1908
LIBRARY.

79. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Dresden 1907.

I. Allgemeine Sitzung.

Montag, den 16. September, vormittags 9¼ Uhr.

Der Sitzung, die in der Festhalle des städtischen Ausstellungsgebäudes stattfand, wohnten die sämtlichen sächsischen Minister bei, ferner Vertreter des Reichsamts des Innern sowie der größeren deutschen Bundesstaaten. Eröffnet wurde die Sitzung durch den ersten Geschäftsführer, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. E. v. Meyer, mit folgender Ansprache:

Hochansehnliche Versammlung!

Dem Geschäftsführer, den das Vertrauen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte an diese Stelle berufen hat, liegt die schöne und ehrenvolle Pflicht ob, die erste Hauptversammlung zu begrüßen und zu eröffnen. Die Haupt- und Residenzstadt Dresden, von der die Einladung ausging, die 79. Tagung der Gesellschaft hier abzuhalten, und mehrere Ausschüsse haben sich redlich bemüht, alle Vorbereitungen so zu treffen, daß die Zusammenkunft zahlreicher Naturforscher und Ärzte sowie ihrer Damen sich in erfolgreicher, ersprießlicher Weise gestalten könne.

Ein fast überreiches Maß an ernster Arbeit, nach der die nötige Ausspannung nicht fehlen darf, wird dabei zu leisten sein, heute und in den folgenden Tagen dieser Woche. — So nachdrücklich die Aufgaben der Gegenwart ihr Recht verlangen, so sei es mir doch vergönnt, den Blick in die Vergangenheit Dresdens zu richten, als unsere Stadt in den Jahren 1826 und 1868 die Naturforscher und Arzte in ihren Mauern aufnahm.

Der Rückblick lehrt in überzeugender Weise den Wandel der Zeiten und Ziele, auch im Bereiche dieser in der Stille wirkenden Gesellschaft. Wie einfach war in den ersten Jahren ihres Bestehens der Verlauf einer solchen Versammlung! Lorenz Oken, der geistvolle

Naturphilosoph und heißblütige Politiker, hatte bekanntlich die erste Zusammenkunft in Leipzig 1822 angeregt und zur Ausführung gebracht.

In einem Zimmer der alten Pleißenburg versammelten sich die 9 angekommenen Gäste, von 4 Leipziger Gelehrten empfangen. Dem Idealisten Oken lag nur die Pflege der reinen Wissenschaft am Herzen. Deshalb und wegen der kleinen Zahl Mitglieder dachte man damals nicht an Teilung der Arbeit. Und so blieb es auch in den nächsten Jahren: man behandelte nach bunt zusammengewürfeltem Programm meist Fragen allgemeiner Bedeutung gemeinsam, ohne sich in Abteilungen zu gliedern. Der stark naturphilosophische Einschlag läßt den Einfluß Okens und seiner Zeit deutlich erkennen.

Obwohl bei der 5. Versammlung in Dresden (1826) die Zahl der Teilnehmer schon 100 überschritt, wich man doch nicht von dem Brauche der gemeinschaftlichen Verhandlungen ab. Außer dem unermüdlichen Oken waren es 2 Dresdener, die jener Versammlung ihr eigentliches Gepräge gaben: K. G. Carus und H. G. L. Reichenbach. — Carus, dessen Andenken hier noch bei manchen lebendig ist, eine feinsinnige, selbstschaffende Künstlernatur, von der naturphilosophischen Richtung der Zeit stark ergriffen, doch exakter Forschung nicht abgewandt, hatte als angesehener Arzt Fühlung mit den einflußreichsten Kreisen. Mit ihm Professor der Naturgeschichte an der medizinisch-chirurgischen Akademie war Reichenbach, der Begründer des alten botanischen Gartens, besonders im Gebiete der Botanik, sowie der Zoologie forschend tätig, ebenfalls naturphilosophisch stark durchhaucht; eine streitbare Natur, die den Kampf auf literarischem Boden niemals scheute. Beide Männer haben noch die zweite in Dresden abgehaltene Versammlung, im Jahre 1868, erlebt; Carus war als ihr erster Geschäftsführer ausersehen, vermochte jedoch, durch Alter und Krankheit geschwächt, dieselbe nicht mehr persönlich zu eröffnen. In einem milden, von Goetheschem Geiste erfüllten Festgruße entbot er den zu dieser 42. Versammlung herbeigekommenen Naturforschern und Ärzten herzlichste Wünsche für den gedeihlichen Verlauf der Verhandlungen. An seiner Stelle waltete kraftvoll der 2. Geschäftsführer: Oskar Schlömilch, der als vorzüglicher Lehrer der Mathematik sich bleibende Verdienste erworben hat.

Welche gewaltigen Umwälzungen im naturwissenschaftlichen Denken hatten sich während des Abschnittes 1826—1868 vollzogen! Zur Zeit der ersten Dresdener Versammlung herrschte noch der Glaube an eine geheimnisvolle Lebenskraft, die aber bald nach der Entdeckung, daß Stoffe des Tier- und Pflanzenkörpers auch im Laboratorium künstlich darstellbar sind, aufgegeben werden mußte. — Die 2. Dresdener Versammlung stand schon im Zeichen der Entwicklungslehre, die sich unaufhaltsam in der Biologie Bahn gebrochen hatte. Die Lehre von der Erhaltung der Energie war inzwischen aus ärztlichen Kreisen (Robert Mayer, Helmholtz) hervorgegangen, und so wurden die Beziehungen

zwischen Naturwissenschaften und Medizin von Jahr zu Jahr innigere. Durch solche Errungenschaften war der geistige Horizont außerordentlich erweitert worden.

Auch in den Versammlungen Deutscher Naturforscher und Ärzte spiegeln sich diese gewaltigen Fortschritte klar wieder. Im Jahre 1868 wurde in 15 Sektionen, denen sich 2 neue angliederten, eifrig gearbeitet, während bei der ersten Dresdener Zusammenkunft noch keine Neigung zur Bildung von Abteilungen zu verspüren war.

Alexander von Humboldt tat als erster Geschäftsführer der 7. Versammlung, die 1828 in Berlin stattfand, diesen bedeutsamen Schritt: 7 Sektionen, darunter eine für praktische Medizin, wurden begründet. Es ist bemerkenswert, daß gerade Humboldt, dieser die Naturwissenschaften einzigartig umfassende Geist, das lebhafte Bedürfnis nach einer Arbeitsteilung empfand, die sich höchst ersprießlich erweisen sollte. Nach dem Sinne Okens war freilich diese Gliederung, durch welche die allgemeinen Sitzungen, wie er fürchtete, an Bedeutung verlieren mußten, nicht. Aber seine zügellose Naturphilosophie hat gewiß damals dazu beigetragen, viele Naturforscher den allgemeinen Problemen zu entfremden und zu Einzelforschungen zu führen. Wie richtig die von Humboldt veranlaßte Neuerung war, das hat die Entwicklung der Naturforscherversammlungen während der folgenden 8 Jahrzehnte gezeigt.

Vertieft man sich in die Berichte jener Zeit über die Berliner Versammlung, so empfindet man, daß ihr die Bedeutung eines großen Ereignisses zukommt. Humboldt hatte seinen tief greifenden Einfluß geltend gemacht, um aus Deutschland selbst sowie den benachbarten Ländern hervorragende Persönlichkeiten heranzuziehen; er wußte für Beteiligung der wichtigsten Kreise Berlins zu sorgen. In seiner Begrüßungsrede verstand er es, mit hinreißender Beredsamkeit der glänzenden Hörerschaft die Bedeutung dieser Versammlung zu Gemüte zu führen. Wie auch wir heute noch in dem mündlichen Austausch der Gedanken, in dem persönlichen Verkehr geistesverwandter Forscher den Schwerpunkt der Naturforscherversammlungen erblicken, so bezeichnete auch Humboldt als ihr besonders wichtiges Ergebnis „die Gründung freundschaftlicher Verhältnisse, die den Wissenschaften Licht, dem Leben heitere Anmut, den Sitten Duldsamkeit und Milde gewähren"

Humboldt ruft auch nationale Empfindungen wach; er nennt die Versammlungen eine schöne Offenbarung der wissenschaftlichen Einheit Deutschlands, einen Anklang an die Einheitswünsche des deutschen Volkes. In jener Zeit wurden die Naturforscherversammlungen populär, erhielten aber auch in gewissen Kreisen einen politischen Beigeschmack. Humboldt hatte Mühe, manche Bedenken fortzuräumen, die man in Berlin hegte; erfolgreich setzte er es durch, daß Oken, der

als ausgeprägt freisinniger Forscher der Berliner Polizei gefährlich erschien, sich beteiligen durfte.

Das unbestreitbar wichtigste Ergebnis der Berliner Tagung war die schon erwähnte Gründung einiger wissenschaftlichen Abteilungen, die im Laufe der späteren Jahrzehnte stark erweitert wurden. Während damals 5 Sektionen naturwissenschaftlicher Richtung genügten, bestehen jetzt deren 15. Noch im Jahre 1835 umfaßte eine derselben Physik, Chemie und Pharmazie, welche Fächer jetzt in 6 Abteilungen behandelt werden. Im Bereiche der Medizin ist die Arbeitsteilung noch weiter getrieben: die Abteilung für Anatomie und Physiologie ist geblieben, die andere für praktische Medizin in 16 Teile gespalten. Kann es einen augenfälligeren Beweis für die Notwendigkeit der Spezialisierung geben?

Die ausgesprochenen Idealisten, Oken an der Spitze, waren, wie schon gesagt, mit der von Humboldt eingeführten Neugestaltung nicht einverstanden; ihr letzter, im Jahre 1847 unternommener Versuch, eine Verminderung der Abteilungen und eine Vermehrung der allgemeinen Sitzungen herbeizuführen, scheiterte. — Oken und seine Gesinnungsgenossen erblickten in der erzielten Arbeitsteilung eine Gefährdung ihrer auf das Allgemeine gerichteten Bestrebungen; sie meinten allen Ernstes, der Idealismus der reinen Wissenschaft sei in Gefahr! Die Anschauungen einer für die Naturwissenschaften und damit für die Heilkunde angebrochenen neuen Zeit schritten jedoch siegreich über diese unbegründete Meinung hinweg.

Während noch in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts die exakten Forscher meist in einsamer Arbeit ihre Ziele zu erreichen suchten, nicht darauf bedacht, Schüler als willkommene Mitarbeiter an ihren Untersuchungen teilnehmen zu lassen, ist allmählich der experimentelle Unterricht in Laboratorien als unentbehrlich erkannt und eingeführt worden. Mit dem größten Erfolge brach hier Justus Liebig zuerst Bahn.

Die Naturforscherversammlungen legen von diesem Wandel der Anschauungen und der Unterrichtsverhältnisse an den Hochschulen beredtes Zeugnis ab. Naturgemäß war die Folge der auf den Versuch gegründeten Forschungen die Befruchtung mancher Gebiete durch die zuerst in Betracht kommenden Wissenschaften, die Physik und Chemie. Die angewandte Chemie und Physik waren es, die ganz neue Wissensgebiete erschlossen und auch zur eigentlichen Begründung der neuen Technik dienten.

Würden die Naturphilosophen vom Schlage Okens auch heute ihren Ruf ertönen lassen, der Idealismus sei durch die angewandten Wissenschaften bedroht? Vielleicht ja, aber gewiß mit Unrecht! Der Vertreter einer technischen Hochschule hat das Recht und die Pflicht, den durch die Erfahrung begründeten Satz auszusprechen, daß die Ent-

wicklung einer auf wissenschaftlichen Grundlagen ruhenden Technik keine Gefahr für den wahren, gesunden Idealismus bedeutet.

Daß gerade in Sachsen, wo Handel und Industrie eine so hohe Stufe erreicht haben, die Pflege des Idealismus den Hochschulen sowie den anderen Unterrichtsanstalten des Landes am Herzen liegen muß, ist eine Forderung, die an allen maßgebenden Stellen, insbesondere von unserer hohen Staatsregierung als notwendig anerkannt wird.

Hier haben wir erfreulichen Anlaß, der wirksamen Förderung zu gedenken, die solche Bestrebungen seitens unseres erlauchten Königshauses stets erfahren haben.

Wie bei den früheren Versammlungen, bei denen sich deutsche Naturforscher und Arzte zu gemeinsamer Arbeit geeint haben, so wollen auch wir die heutige mit der Huldigung für die Herrscher eröffnen, die unserem Tun am nächsten stehen. Wir huldigen Seiner Majestät dem Deutschen Kaiser Wilhelm II., der kraftvoll seines verantwortlichen Amtes waltet, und Seiner Majestät König Friedrich August, der mehrfach seine Huld und sein lebhaftes Interesse unserer Versammlung allergnädigst bekundet hat.

Stimmen Sie freudig ein in den Ruf:

Seine Majestät Kaiser Wilhelm und
Seine Majestät König Friedrich August

leben

Hoch!

Im Anschluß an das eben ausgebrachte Hoch bat der erste Geschäftsführer um die Ermächtigung zur Absendung der folgenden Telegramme:

An Seine Majestät den Kaiser.

Die in Dresden vereinigten Teilnehmer der 79. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte senden bei Beginn ihrer Tagung Eurer Kaiserlichen Majestät, dem kraftvollen Schirmherrn des innern und äußern Friedens, dem erhabenen unermüdlichen Förderer der Wissenschaften und Künste, begeisterte ehrerbietigste Huldigung.

Die Geschäftsführung
Geh. Hofrat Professor Dr. von Meyer,
Geh. Med.-Rat Professor Dr. Leopold.

An Seine Majestät König Friedrich August von Sachsen in Pillnitz.

Die in Dresden versammelten Teilnehmer der 79. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte bringen bei Beginn ihrer Verhandlungen voll Dankes

für das Allergnädigst bekundete Interesse an dieser Tagung Eurer Königlichen Majestät in größter Ehrerbietung begeisterte Huldigung dar.

Die Geschäftsführung
Geh. Hofrat Prof. Dr. von Meyer,
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Leopold.

Sodann nahm der Leiter des sächsischen Kultus- und Unterrichtsministeriums, Se. Exzellenz Staatsminister v. Schlieben, das Wort, um die Teilnehmer der Versammlung namens der Staatsregierung auf das herzlichste zu begrüßen:

Es ist mir eine große Freude, im Auftrage der sächsischen Staatsregierung die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte feierlich begrüßen zu können. Mögen Sie sich in unserer Mitte wohl befinden und das Gefühl mit fortnehmen, daß Dresden alles getan hat, um Ihnen den Aufenthalt, der ernster Arbeit und freudiger Erholung gewidmet ist, so angenehm als möglich zu machen.

Se. Majestät der König nehmen den lebhaftesten Anteil an der heutigen Versammlung, sind aber zu seinem Bedauern verhindert, der heutigen Sitzung beizuwohnen.

Sie haben es verstanden, verehrte Herren, die Wissenschaft wieder in Berührung zu setzen mit all den Betätigungen des praktischen Lebens und insbesondere die Naturwissenschaften wieder in den Dienst der Allgemeinheit zu stellen. Und welche Erfolge haben Sie erzielt! Entdeckung auf Entdeckung ist gemacht worden auf dem Felde der Naturwissenschaften, und es ist vielleicht nicht zu kühn, die Naturforschung als die Wissenschaft der unbegrenzten Möglichkeiten zu bezeichnen; denn — um nur eins zu berühren — unermüdlich ist die Wissenschaft tätig, den Ursachen der Krankheiten nachzugehen, die Natur der Krankheitserreger zu erforschen und neue Mittel zu ihrer Heilung und Verhütung zu ersinnen.

Welche Beruhigung dies der Bevölkerung gibt, die bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft gar nicht mehr an ernste Gefahren und Bedrohungen durch Epidemien glauben will, welches Selbstvertrauen und welche Genußfähigkeit, das wollen Sie an der Bereitwilligkeit erkennen, mit der die Bevölkerung sich freiwillig den amtlichen Organen zur Verfügung stellt, wenn die Gesundheit ernstlich bedroht und gefährdet ist.

Wenn die Wissenschaft und das praktische Leben sich die Hand reichen zu gemeinsamer Hilfe, dann werden wir der großen Bedroher der Menschheit ledig. Es geht ein unendlicher Segen aus von Ihrer Arbeit, die dem Wohle und Glück der Nebenmenschen gewidmet ist. Unser Dank folgt Ihnen! (Lebhafter Beifall.)

Herr Oberbürgermeister Geh. Finanzrat Beutler entbot der Versammlung den Willkomm der Stadt Dresden:

Meine hochgeehrten Herren! Die hochansehnliche Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte, die nach einem langen Zeitraume ihre Schritte wieder einmal nach Dresden gelenkt hat, heute, namens der Stadt willkommen heißen und herzlich begrüßen zu dürfen ist mir eine besondere Ehre. Welch staunenerregenden Aufschwung, welche ungeahnte Blüte die Naturwissenschaften und ihr besonderer Zweig, die ärztliche Wissenschaft, gerade in den letzten Dezennien und besonders in unserem deutschen Vaterland erfahren haben, das beweist nicht allein der Unterschied zwischen dem damaligen Verhandlungsprogramm Ihrer Dresdener Tagung und dem heutigen und der Unterschied zwischen der damaligen und der heutigen Zahl der Versammlungsteilnehmer, das kommt vielmehr auch allen denen, die mit der Wissenschaft und dem Leben, das aus ihr quillt, in Berührung bleiben, tagtäglich zum Bewußtsein. Wohl hat in den letzten Jahren eine Bewegung eingesetzt, die bemüht ist, auch der Naturwissenschaft die Grenzen des für sie Erreichbaren, d. h. Erkennbaren, zum Bewußtsein zu bringen, wohl sind auch der ärztlichen Wissenschaft Rückschläge und Enttäuschungen über nicht erfüllte hochgespannte Erwartungen nicht erspart geblieben. Wer sich aber den Blick von solchen Einzelerscheinungen nicht trüben läßt, der wird mit Genugtuung und Bewunderung die stetigen gewaltigen Fortschritte anerkennen, die beide Wissenschaften errungen haben, der wird die Vorteile und die Segnungen würdigen und hochschätzen, die aus den Fortschritten dieser Wissenschaften für die Völker der Erde und ganz besonders auch für unser deutsches Volk erwachsen sind. Und wenn Sie sich, meine Herren, nun heute in Dresden versammelt haben, nicht um Standesinteressen oder Standesrechte zu beraten, sondern einzig und allein, um Ihrer Wissenschaft und damit der ganzen Menschheit zu dienen, so dürfen Sie sicher sein, daß Ihre Verhandlungen von dem lebhaftesten Interesse auch unserer ganzen Bürgerschaft begleitet werden. Ich hoffe aber auch, daß Sie Ihrerseits, meine Herren, bei Ihrer Umschau in unserer Stadt der königlich sächsischen Staatsregierung ebenso wie der Stadtverwaltung das Zeugnis nicht vorenthalten werden, daß beide auf dem Gebiete der Wissenschaften, welches Sie meine Herren, vertreten, bemüht gewesen, dem Fortschritte wenigstens nach ihren Kräften die Wege zu ebnen und aus dem Ergebnis Ihrer Forschungen für die Bevölkerung den entsprechenden Nutzen zu ziehen. Wenn ich dabei mit ganz besonderem Stolze auf unsere königlichen Hochschulen, die Technische und die Tierärztliche Hochschule, hinweise, so geschieht dies, weil an ihnen alle Zweige der Naturwissenschaften und der Tierheilkunde in höchster Vollkommenheit vertreten sind, und wenn ich Sie in aller Bescheidenheit bitte, auch von unseren städti-

schen Anstalten, von den Krankenhäusern mit ihren besonderen wissenschaftlichen Einrichtungen, dem Chemischen Untersuchungsamte und einigen anderen Anstalten Kenntnis zu nehmen, die in dem Ihnen überreichten wissenschaftlichen Führer durch Dresden näher geschildert sind, so wage ich es zu hoffen, daß wenigstens einige davon Ihnen als den modernen Ansprüchen genügend erscheinen werden. Ihrer Kritik aber sehen wir auch dann gern entgegen, wenn ich mich darin täuschen sollte, und verspreche schon heute, das Möglichste aus ihr zu lernen. Die Stadtverwaltung, meine Herren, heißt Sie durch meinen Mund aufs herzlichste willkommen, sie wünscht Ihnen den besten Erfolg für Ihre Beratungen und gibt sich der Hoffnung hin, daß Sie neben den Stunden der ernsten Arbeit auch Stunden der Erholung und frohen Geselligkeit bei uns finden mögen. Darum nochmals herzlichst willkommen in Dresden!

Namens der Universität Leipzig sprach darauf deren Rektor, Herr Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Curschmann:

Mein augenblickliches Amt läßt mir die hohe Ehre zuteil werden, der 79. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte die Grüße und Wünsche der Landesuniversität zu überbringen.

Für mich, den Mediziner, den Vertreter eines der wichtigsten Sonderfächer der Naturforschung, ist diese Aufgabe doppelt erfreulich.

Jeder der Begrüßenden legt seinen Worten eine besondere Beziehung zu dem Wesen und den Zielen dieser Versammlung zugrunde.

Mir, dem Vertreter der Universitas literarum, liegt in diesem Sinne das vornehmste und wichtigste Ziel Ihrer Vereinigung am nächsten: alle naturwissenschaftlichen Disziplinen und alle Zweige der ihnen innig verbundenen Heilkunde mit einem Bande zu umschlingen und ihre Vertreter in regem Austausch alljährlich einander persönlich nahe zu bringen.

Die moderne ungewöhnliche Ausdehnung und Vertiefung der Medizin und der Naturwissenschaften, die zur Erschließung vordem kaum geahnter Gebiete und zu den folgeschwersten Entdeckungen geführt hat, mußte eine mehr und mehr zunehmende Spezialisierung zur notwendigen Folge haben. Und selbstverständlich war in der Sonderung und Beschränkung wiederum zum nicht geringen Teil der Grund ihres erstaunlichen Gedeihens und Wachsens zu suchen.

Die Endstufen dieser Entwicklung waren die Spezialvereinigungen und Kongresse, die nun wie Pilze aus der Erde schossen. So sehr diese aber auch die Sezessionen selbst förderten, so verschärften sie doch noch weiter die Trennung und Entfremdung der einzelnen Fächer und ihrer Vertreter. Diesen Verhältnissen gegenüber hat Ihre Vereinigung von jeher einen mit den Jahren mehr und mehr wachsenden ausgleichenden Einfluß geübt.

Wie das Deutsche Reich unter sorglicher Behütung der Selbständigkeit und Eigenart seiner Einzelstaaten diese zu dem mächtigsten Großstaat zusammenfaßt, so findet die Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte ihr Hauptziel darin, bei aller Freiheit der Sonderfächer sie in stetiger Berührung und Wechselbeziehung zusammenzuhalten.

So ist sie die traditionelle treue Hüterin der Einheitlichkeit der Grundlagen und Methoden aller Naturwissenschaften und somit ihres dauernden organischen Zusammenhangs.

Dieselben Tendenzen, die Ihrer Versammlung eine führende Rolle auf dem Gebiet der Naturwissenschaften sichern, sind auch die unserer deutschen Universitäten. Auch für sie ist das Mit- und Nebeneinanderarbeiten aller Wissenschaften der Brennpunkt der Organisation und damit die wichtigste Ursache des hohen Standes deutscher Wissenschaft.

In diesem Sinne begrüßt die Universitas Lipsiensis Ihre medizinisch-naturwissenschaftliche Universitas.

Mögen die gewiß reichen Ergebnisse und die zweifellos noch weit reicheren Anregungen, die die Arbeiten der nächsten Tage bringen werden, ebenso zur mächtigen Förderung der Einzeldisziplinen wie zur Stärkung ihres Zusammenhangs mit dem großen Ganzen dienen!

Weiter bewillkommnete der Rektor der Technischen Hochschule in Dresden, Herr Geh. Hofrat Pattenhausen, die Versammlung im Namen der Königlichen Technischen Hochschule in Dresden, der Tierärztlichen Hochschule in Dresden, der Bergakademie zu Freiberg und der Forstakademie zu Tharandt.

Es folgte eine Begrüßungsansprache des Herrn Geh. Hofrat Professor Dr. Kalkowsky-Dresden.

Hochahnsehnliche Versammlung!

Als Vorsitzender der Gesellschaft für Naturkunde „Isis“ und im Namen des Vereins für Erdkunde habe ich die Ehre, die 79. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu begrüßen.

Es ist in Dresden nur eine verhältnismäßig kleine Zahl derer vorhanden, die sich mit der Natur, den Werken Gottes, selbständig beschäftigen, und derer, die die wissenschaftliche Geographie auf naturwissenschaftlicher Grundlage pflegen; in der Stadt, in der die Kunst, mit der man bequem und angenehm liebäugeln kann, eine herrschende Stellung einnimmt, finden sich eben nur wenige, die den Naturwissenschaften, die ernste Arbeit verlangen, und der Erdkunde mit ihrem weiten Umfange Verständnis und Neigung entgegenbringen. Unsere beiden Gesellschaften sind nicht in der Lage, den Teilnehmern dieser Versammlung mit Druckschriften oder anderen Gastgeschenken zu nahen; wir haben nur dazu beitragen können, Sie heute Abend an einer Stelle zu versammeln, wo Sie sehen mögen, daß eine herrliche Umgebung doch

immer wieder auch hier anlocken muß zur Beschäftigung mit Pflanzen und Tieren, mit Sternen und Steinen und mit Länder- und Völkerkunde.

Unsere Gesellschaften haben die Aufgabe, nach Kräften ihre Wissenschaften zu fördern, sie dienen aber auch zur Verbreitung der Errungenschaften auf allen ihren Gebieten. Nicht anspruchsvoll treten unsere Gesellschaften vor Sie mit unseren Leistungen hin, sondern mehr in der Erwartung, daß diese glänzende Versammlung und alles, was auf ihr an neuen Ergebnissen der Forschung vorgetragen und vorgelegt werden wird, immer weiteren Kreisen in unserem Lande zeigen möge, daß die Naturwissenschaften ein Gut sind, ohne das ein Kulturvolk nicht mehr bestehen kann, daß wir auf Grund naturwissenschaftlicher Kenntnisse ein stolz aufstrebendes Volk sind, sehr weit entfernt vom Zustande nur genußsüchtiger sinkender Zeiten: wir begrüßen die Versammlung in der Hoffnung, daß unsere Gesellschaften eine Stärkung erfahren werden durch die Anwesenheit der großen, alle Zweige der Naturwissenschaften in gleicher Weise umfassenden mächtigen Schwester. Kund möge es hier mehr und mehr werden, daß die Königlichen Sammlungen und Anstalten, die sich der weisen Fürsorge der hohen Regierung und der Vertreter des Landes erfreuen, und die privaten Einrichtungen, wie der so schön gelegene Zoologische Garten, unsere beiden Gesellschaften und alle anderen ähnliche Ziele verfolgenden Vereinigungen wohl geeignet sind, der Forschung zu dienen und der Belehrung der heranwachsenden Geschlechter, die Freude zu erwecken an der Natur, an allem, was sie uns Schönes und Wunderbares auf Schritt und Tritt, überall um uns herum darbietet: die Isis und der Verein für Erdkunde wollen den Sinn dafür erwecken, sehen lehren, was die gelehrten Männer dieser hochansehnlichen Versammlung zuerst sehen gelehrt haben.

Deshalb begrüßen wir die Versammlung froh und ehrerbietig in unserer Mitte, stellen ihr unsere einfachen Dienste zur Verfügung und wünschen ihr den Erfolg, daß sie verbreiten möge die helle Freude eines reinen Herzens am Leben und an der Natur.

Endlich ergriff im Namen der Dresdener Ärzteschaft Herr Hofrat Dr. F. Haenel das Wort:

Hochansehnliche Versammlung! Sehr geehrte Damen und Herren

Im Namen der Dresdener Ärzteschaft habe ich die Ehre, mich den Willkommgrüßen, die Ihnen die Herren Vorredner entboten haben, au das herzlichste anzuschließen.

Ich darf Ihnen die besten Grüße und Wünsche für Ihre Beratungen überbringen im Auftrag der ärztlichen Standesvertretungen, der Ärztekammer und des ärztl. Bez.-Vereins, dessen Vorsitzender leider durch Krankheit am Erscheinen verhindert ist.

Und nicht nur im Sinne der Dresdener Ärzte, sondern auch der gesamten sächsischen Ärzteschaft halte ich mich für berechtigt, der

Freude darüber Ausdruck zu geben, daß die Versammlung in diesem Jahr wieder ihre Schritte nach Sachsen gelenkt hat, in dessen ehrwürdiger Universitätsstadt vor 85 Jahren ihre Wiege gestanden hat.

Zur besonderen Ehre und Freude gereicht es mir ferner, Sie im Namen unserer Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, die seit nahezu 9 Jahrzehnten den Mittelpunkt des ärztlich-wissenschaftlichen Lebens in der hiesigen Stadt bildet, aufs wärmste willkommen zu heißen.

Die von mir vertretene Gesellschaft kann sich alter und inniger Beziehungen zu der großen, so glänzend entwickelten Gemeinschaft, deren Tagung uns heute zusammenführt, rühmen; ist sie doch in derselben Zeitepoche, nur wenige Jahre früher, gegründet, ein Sproß — wie schon der Name andeutet — derselben Auffassungen und Bestrebungen, die die Naturforscher und Ärzte auf dem gemeinsamen Boden streng wissenschaftlicher Arbeit vereinigt.

Nur aus diesem Boden heraus konnten der Heilkunde die Fortschritte erblühen, deren wir uns heute erfreuen, nur in solchem Boden können die Wurzeln weiterer fruchtbringender Forschungsergebnisse gedeihen.

Die Geschichte der Medizin zeigt, daß, wenn dieser Boden unter dem Einfluß mystischer, unklarer, abergläubischer Vorstellungen verlassen wurde, ein Rückgang unausbleiblich werde.

Zum dritten Mal innerhalb dreier Menschenalter darf heute ein Vertreter der Ges. f. N. u. H. Ihre Versammlung begrüßen.

Die Gesinnungen, die vor 81 und 39 Jahren meinen Vorgängern im Amte die begrüßenden Worte diktierten, sind auch heute unter vielfach veränderten äußeren Verhältnissen in uns lebendig

Aus 108 Mitgliedern, die die Versammlung im Jahre 1826 bei ihrer einheitlichen, nicht in Sektionen gegliederten Tagung im Saale des Landhauses zählte, sind mehrere Tausend in 33 Sektionen geworden.

Diese große und beständig wachsende Zahl ist ja an sich ein erfreuliches Zeichen und in Verbindung mit anderen Erscheinungen eine Gewähr für die Erfüllung des Hauptzweckes der Gesellschaft, der Förderung der Naturwissenschaften und der Medizin.

Der anderen Aufgabe aber, der Pflege persönlicher Beziehungen, ist durch die große Zahl naturgemäß eher eine Grenze gesetzt, als es bei kleineren Versammlungen der Fall war.

Bei dem Vergleich zwischen den Zeiten unserer Väter und Großväter finden Sie in mancher Hinsicht tiefgreifende Veränderungen; in dem einen Punkt aber mögen Sie keinen Unterschied feststellen können, das ist die stolze Freude an der Mitarbeit mit Ihnen und die Herzlichkeit unserer Gesinnungen, die wir Ihnen allen, wenn wir auch nicht jedem die Hand drücken können, entgegenbringen.

Mögen Ihre bevorstehenden Arbeiten gesegnete sein, möge die diesjährige Naturforscherversammlung sich den vorhergehenden würdig

anreihen und zur Vertiefung und Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Denkungsweise auch über die Grenzen dieser Versammlung hinaus beitragen, mögen Sie, nach Hause zurückgekehrt, alle mit Befriedigung auf die Dresdener Tage zurückblicken.

Das ist der Wunsch und der Willkommgruß der Dresdener Ärzte.

Auf diese Begrüßungsreden erwiderte der erste Vorsitzende der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Herr Geh. Rat Prof. Dr. NAUNYN-Baden-Baden:

Als Vertreter der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte habe ich den Herren, die uns mit so warmen Worten begrüßt, unseren Dank auszusprechen. Dem Vertreter der Geschäftsführung, Herrn Professor v. MEYER, hätte ich nicht nur für seine herzlichen Worte, sondern viel mehr für das zu danken, was er für uns getan. Ich werde das noch an anderer Stelle sagen können, hier will ich Herrn v. MEYER nur aussprechen, wie wohl es uns Ärzten getan, daß er daran gedacht, wie auch wir — in jenem Heilbronner Arzte — an der Begründung des Prinzips von der Erhaltung der Energie mit gearbeitet, das heute die Naturwissenschaften beherrscht. Auch Sr. Exzellenz Herrn Staatsminister v. SCHLIEBEN habe ich nicht nur für seine anerkennenden Worte, sondern für Taten zu danken. Wie Sr. Exzellenz sich die Pflege der Naturwissenschaften angelegen sein läßt, das zeigt am besten die Blüte der Landesuniversität und der vier Hochschulen, deren Gedeihen auf seine unablässige Sorge angewiesen ist.

Der Willkommengruß, den Herr Oberbürgermeister BEUTLER uns von der Stadt Dresden brachte, ist für uns von besonderem Werte; ist es doch zum dritten Male, daß uns Dresden seine gastlichen Tore öffnet und uns die Stätte zur Tagung bietet. Herr Geh. Finanzrat BEUTLER hat ein uns ganz besonders sympathisches Wort gesprochen, wenn er uns an die Grenzen unseres Könnens erinnert! Er möge überzeugt sein, daß wir uns dieser immer bewußt sind, und daß wir wissen, daß unsere ganze Stärke in dem Bewußtsein der uns gesteckten Grenzen liegt.

Wenn der Rektor der Universität Leipzig, wie hier, unter den Begrüßenden erscheint, so darf sich jede Versammlung hochgeehrt fühlen. Wir rühmen uns besonderer, intimer Beziehungen zu Sr. Magnifizenz, wir hätten seine Abwesenheit schmerzlich empfunden! Ist doch Leipzig die Geburtsstätte und noch heute die Heimat unserer Gesellschaft.

Von den vier Hochschulen des Landes sind wir den beiden Dresdener Hochschulen, der technischen und der tierärztlichen, zu besonderem Danke verpflichtet. Die Technische Hochschule ist es in erster Linie, die uns unsere Arbeiten hier ermöglicht dadurch, daß sie uns ihre schönen Räume und Hörsäle und ihren reichen Schatz an Apparaten und Instrumenten zur Verfügung stellt. Die Bedeutung dieser vier

Anstalten, für die Sr. Magnifizenz Herr Professor PATTENHAUSEN sprach, geht weit über Sachsen hinaus. Von jeder von ihnen kann man sagen, daß sie in mehr wie einem Sinne die erste ist. Wie jetzt zahlreiche berühmte Forscher an ihnen wirken, so kennt noch heute jeder den Namen eines ABRAHAM WERNER und eines COTTA, die allein genügen würden, um Freiberg und Tharandt unsterblich zu machen.

Herrn Geh.-Rat KALKOWSKY sind wir nicht nur für die Mitwirkung der Vereine, welche er vertritt, an der festlichen Gestaltung unserer Tagung verpflichtet; der Name „Isis" hat bei uns einen besonderen Klang — war doch die „Isis" lange Zeit das Organ unserer Versammlungen.

Mein Dank an Herrn Hofrat HAENEL ist schon deshalb ein besonders warmer, weil ich doch Arzt bin, und weil Herr HAENEL uns hier den Gruß der medizinischen Welt Dresdens überbracht. Es darf uns mit größter Befriedigung erfüllen, wenn Herr Kollege HAENEL das naturwissenschaftliche Bedürfnis der Dresdener Ärzte nachdrücklich betont — ich wenigstens bin davon durchdrungen, daß nur die naturwissenschaftliche Grundlage Gewähr für eine fruchtbare und wünschenswerte. Entwicklung der Heilkunde bietet.

Ich habe dann eine traurige Pflicht zu erfüllen; ich bitte Sie, der Mitglieder unserer Gesellschaft zu gedenken, die uns in diesem Jahre durch den Tod entrissen sind.

Geh.-Rat Dr. LAMPE-VISCHER gehörte dem Vorstande unserer Gesellschaft seit ihrer Neugestaltung im Jahre 1889 an. Er hat 18 Jahre hindurch das mühevolle und nicht immer sorgenlose Amt eines Schatzmeisters geführt und die stetig wachsenden Aufgaben seines Ehrenamtes mit größter Umsicht und vollkommenster Selbstlosigkeit erfüllt; wir danken ihm die Blüte unserer Finanzen.

HERMANN V. BURCKHARDT ist allen, welche die schöne Tagung in Stuttgart mitgemacht haben, in lebhaftester Erinnerung. Er war als erster Geschäftsführer die Seele jener Tage, der Punkt, um den sich alles drehte. Nie müde, mit der Ruhe, die nur die vollkommenste Beherrschung der Situation gibt, leitete er alles; die Wärme, die ihm die wirkliche herzliche Freude an dem gelungenen Werke eingab, strahlte er über die ganze Versammlung aus. Es ist kaum glaublich, daß dieser frohe Mann gerade in jenen Tagen die ersten Zeichen seiner Krankheit selbst an sich wahrgenommen hatte. Er hatte sofort so sicher wie gewöhnlich seine Diagnose auf das tödliche Leiden gestellt, und nach kaum einem halben Jahre war er ihm erlegen.

BURCKHARDT war ein echter Arzt! Als vertrauter Schüler von THIERSCH in Leipzig war er streng wissenschaftlich geschult und gesinnt, Banausentum war ihm verhaßt. Aber sein ungewöhnlich kritischer Geist ließ für ärztliches Handeln nur die eigene Erfahrung gelten. So

ging er dem Dozieren aus dem Wege, und so ist es wohl gekommen, daß er der akademischen Laufbahn, die offen vor ihm lag, entsagte.

Er hat als Arzt in seinem Vaterlande Großes geleistet, und was ihm die Wissenschaft war, dafür legt seine Tätigkeit in unserer Gesellschaft Zeugnis ab. Nicht nur als Geschäftsführer der zweiten Stuttgarter Tagung ist sein Name in unsere Annalen eingetragen — in der kurzen Zeit, die er unserem Vorstand angehörte, hat er mehrfach wichtige Anregungen gegeben. Oft werden wir seiner Mitarbeit dankbar gedenken.

Ernst von Bergmann hat unserem Vorstande fast 20 Jahre angehört. Er war mehr als ein berühmter Chirurg, er war ein bedeutender Mann; auch in unseren Versammlungen haben wir die Wucht seiner Persönlichkeit erfahren. Die herrlichen Erinnerungsworte, die Bergmann als Vorsitzender der Nürnberger Versammlung Werner von Siemens und W. A. von Hofmann weihte, sind der schönste Ausdruck des Geistes, der uns beseelt. An Werner Siemens zeigt Bergmann, wie es die Durchdringung der praktischen Tätigkeit mit naturwissenschaftlichen Methoden und wissenschaftlichem Geiste ist, was der zeitgenössischen technischen Arbeit ihre gewaltigen, unerhörten Erfolge bringt; diese naturwissenschaftliche Technik ist auf deutschem Boden gewachsen.

„Die empirische Technik mußte erst von dem Geiste der Naturwissenschaften durchdrungen werden, um sich zur vollen Höhe ihres Könnens zu erheben", dies Wort Bergmanns gilt auch für sein eigenes Fach, die Chirurgie, und für ihn, den Chirurgen! Es war Bergmanns Größe und Stärke, daß er auch als praktischer Chirurg überall bewußt den wissenschaftlichen Sinn wahrte und hoch hielt; es war ihm in seiner hervorragenden Stellung oft beschieden, sehr heilsam dadurch zu wirken, daß er schwächere Geister auf der rechten Bahn hielt. — Bergmann war ein Balte, in Riga geboren; seine medizinische Bildung erhielt er in Dorpat, Karl Ernst v. Baer, Bidder, Karl Schmidt, Buchheim waren seine Lehrer; mit Alexander Schmidt und mit Schmiedeberg war er eng befreundet. Seine Sepsinarbeit (1868, mit Schmiedeberg), ein für damalige Zeit erstaunlich kühner und erfolgreicher Versuch, das Fäulnisgift chemisch rein darzustellen, stammt aus Dorpat. Ebenso seine Studien zur Pathogenie des Hirndrucks, die offenbar die Grundlage für sein klassisches Werk über die chirurgischen Krankheiten des Kopfes geworden sind; und auch seine große Tat in der Kriegschirurgie: die von ihm zuerst gelehrte schonende Behandlung der Schußverletzungen, gehört seiner Dorpater Zeit an. So wurzelt denn auch Bergmann mit seinem Werke fest in seiner Heimat — möge die Reihe ihrer großen Söhne, mit denen sie uns beschenkt, noch lange nicht geschlossen sein.

Auch Eduard Hitzig in Halle hat uns angehört. Als Geschäftsführer der Hallenser Tagung hat er an der Neugestaltung unserer Ge-

sellschaft mitgewirkt. — Hitzigs Name steht hoch! Sein Lebenswerk ist ein gewaltiges und so einiges, daß zwei Worte genügen, ihn lebendig hinzustellen: er ist der Begründer, der Vater der modernen Hirnphysiologie und Hirndiagnostik; seine Arbeit mit Fritsch aus dem Jahre 1870 über die elektrische Erregbarkeit der Großhirnrinde ist noch heute ihre eigentliche Grundlage. Die Zentralisation der Hirnfunktion, die in der gewollten Bewegung des Tieres zum Ausdruck kommt, war der Gedanke, mit dem Hitzig an diese Arbeit ging, das hat er uns, seinen Freunden, vorher verkündet! Diese Arbeit hat ein weites Feld für experimentelle und klinische Untersuchungen eröffnet. Die Forscher aller Nationen haben sich an ihnen beteiligt, und in mühevollem Ringen und hartem Kampf ist auch hier die neue Zeit heraufgezogen.

Ich habe bisher nur praktische Mediziner zu nennen gehabt und auch in der weiteren Reihe unserer Verluste überwiegen diese ganz überraschend: Vierordt, Polikliniker in Heidelberg; Czermak, ophthalmologischer Kliniker an der deutschen Universität in Prag; Schönborn, der hochgeachtete chirurgische Kliniker von Würzburg; Thomas, Polikliniker in Freiburg, hochverdient um den Ausbau der klinischen Thermometrie; v. Jürgensen, Polikliniker in Tübingen, einer der Begründer der modernen wissenschaftlichen Hydrotherapie; Rosenbach, früher in Breslau, zuletzt in Berlin als origineller, ideenreicher Forscher in der inneren Medizin tätig. In Berlin ferner noch der für die Nierenchirurgie sehr fruchtbare Oskar Israel; Mendel, ein scharfsinniger und anregender neurologischer Forscher und vielleicht der populärste Psychiater Berlins; Kröcher, erfolgreicher Schriftsteller in Militärhygiene und Lehrer an der Kriegsakademie, und Zabludowski, der bekannte Lehrer der Massage. In Breslau: Reinbach, Privatdozent für Chirurgie, und der Pharmakologe Buchwald. In Wiesbaden-Nerotal Dr. Schubert. Männer, die Hervorragendes in ihrem Fache geleistet haben, und Namen vom besten Klang — leider muß ich es mir versagen, so, wie es ihnen gebührte, bei ihnen zu verweilen.

Von Naturforschern ist der Professor der Mathematik an der technischen Hochschule in Aachen, Jürgens, zu nennen, durch seine zahlreichen tüchtigen Arbeiten wohl bekannt. Die Chemiker Königs in München und Doebner in Halle haben durch treffliche Forschungen das Gebiet der organischen chemischen Synthese wesentlich befruchtet. Der Botaniker Karl Müller in Berlin hat sich als Lehrer an der Gärtnerlehranstalt und als Sekretär der botanischen Gesellschaft verdient gemacht.

Ich schließe mit der Erinnerung an Ochsenius in Marburg, den vielgereisten Mann, der lange Bergwerksdirektor in Chile war und dort, wie in unserem Vaterland, viel getan hat, um die in der Erde verborgenen Schätze kennen zu lernen und zu heben, und an Siegfried

Czapski, den vertrauten Schüler Abbes, nach dessen Tode er das große Zeiss-Werk in Jena leitete. Beides gelehrte Naturforscher und sehr fruchtbar auf dem Gebiete der reinen Wissenschaft, noch größer aber in ihren praktischen Leistungen. Wenn eines, dann ist dieses Zeiss-Werk in Jena, dem Czapski vorgestanden hat, auf jene naturwissenschaftliche Technik gegründet, welche nur die üben, die im Geiste der Naturwissenschaft arbeiten, und wenn eines, so zeigt dies Werk, welchen Wert diese naturwissenschaftliche Industrie für unser Vaterland hat. Für alle diese Männer gilt das Wort, das einst Dubois auf Werner Siemens anwandte: „Wie Moltke auf dem Schlachtfelde, so haben sie auf dem Felde friedlichen industriellen Wettstreites den Völkern der Erde gezeigt, daß das deutsche Volk kein Volk von Träumern ist."

Nun zu unserem Programm!

Es spricht für das Interesse, dessen wir uns erfreuen, wenn uns aus dem Publikum vielfach Wünsche unterbreitet werden, die dies und das anders haben möchten. Es wäre ein schlechtes Zeichen für uns, wenn wir nicht jeder solcher Anregung gern das Ohr liehen. Das Reformbedürfnis ist bei uns stets rege.

Es war Krause (Göttingen, später Berlin), der schon im Jahre 1865 eine Reform vertrat. In seinen mäßig wohlwollenden Äußerungen stellt er schon damals unsere Versammlungen zu den deutschen Volksfesten. Mag man sie so nennen, mögen unsere Versammlungen deutsche Volksfeste sein und bleiben — es ehrt das deutsche Volk, wenn es eine solche ernste wissenschaftliche Versammlung zu seinem Feste gestaltet; wir dürfen das gern und mit einigem Stolz hören! Unsere Aufgaben aber sind andere, wir, die wir den Stamm dieser Gesellschaft bilden, wir sind hier, um im Verkehr mit Gleichgesinnten wissenschaftliche, selbstverständlich naturwissenschaftliche Interessen zu pflegen.

Anfangs lag der Schwerpunkt unserer Versammlungen ganz und gar in den allgemeinen Sitzungen, allmählich, mit dem selbständigen Auswachsen der einzelnen Disziplinen, gewannen die Sektionen an Bedeutung; es gab eine Zeit, wo unsere Naturforscherversammlung eine Vereinigung zahlreicher Spezialkongresse darzustellen begann. Das war in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Seitdem haben die meisten Disziplinen sich eigene Kongresse gegründet, und so tritt bei uns wieder die Sorge für das Gemeinsame in den Vordergrund. Schon die gemeinschaftlichen Sitzungen der Hauptgruppen sind in diesem Sinne gedacht. Wirksamer scheinen die kombinierten Sektionssitzungen zu werden. In Breslau und Stuttgart haben sie sich sehr bewährt, und es liegt von Herrn v. Burckhardt noch ein Antrag vor, der geradezu darauf ausgeht, die selbständige Tätigkeit der Sektionen zu gunsten dieser kombinierten Sitzungen aufs äußerste zu beschränken. Wir sind bemüht, seiner Anregung zu folgen; doch darf

das nicht so weit gehen, daß wir die Lebensfähigkeit der Sektionen in Frage stellen. Die Männer, welche die Arbeit in den kombinierten Sitzungen leisten, gehören doch alle einer Spezialdisziplin an; sie werden sich auf die Dauer hier nicht heimisch fühlen, wenn sie keine lebenskräftige Sektion finden. So haben die deutschen Physiologen, seitdem es eine selbständige physiologische Sektion hier nicht mehr gibt, sich uns fast völlig entfremdet; es sieht fast so aus, als sollten wir Mediziner uns daran gewöhnen müssen, auch für unsere kombinierten Sitzungen auf die Beteiligung der deutschen Physiologen zu verzichten. Ich meine, daß heute in jeder Spezialdisziplin so viel geschafft wird, daß auch neben den Spezialkongressen noch Stoff genug für unsere Sektionen bleibt, und ich hoffe, diese sollen auch ferner lebensfähig sein, wenn nur die Vertreter der Spezialdisziplinen nicht vergessen, wie gut es dem, dem sein eigenes Heim genügt, ansteht, wenn er sich ein Herz für das Ganze erhält.

Wir Deutsche sollen dankbar dafür sein, daß wir in diesen Versammlungen eine Stelle haben, wo jeder ohne weitere Legitimation zugelassen ist, um unter Naturforschern zu leben. Alljährlich kommen viele Ärzte und Oberlehrer zu uns, um wieder einmal naturwissenschaftliche Luft zu atmen und ihr naturwissenschaftliches Selbstgefühl zu stärken — es hängt viel davon ab, daß es ihnen erhalten bleibe! — Aber auch vor jenen Kritikern, die in ihrem Eifer alles überlebt nennen, was nicht täglich praktisch wirksam wird, können wir noch bestehen. Dem Zweck, populäre Wissenschaft zu verbreiten, wollen wir freilich nicht dienen, auch in unseren allgemeinen Sitzungen nicht. Der Wert der Vorträge, die wir in diesen bringen, liegt darin, daß es die Forscher selbst sind, die hier zu Worte kommen. Unsere Versammlung ist die Stelle, wo jede naturwissenschaftliche Richtung ihre Vertretung findet, unbeeinflußt durch Tages- oder Modeströmungen, vor einem Publikum, das das ganze Gebiet deutscher Zunge umfaßt.

Das soll auch ferner unsere eigentliche Aufgabe sein. Wie wir nun aber hier einmal beisammen sind, werden wir die Kraft, die einem solchen Verein innewohnt, nach allen Richtungen auszunützen haben. Es findet sich schon von Zeit zu Zeit Gelegenheit, praktisch wirksam zu werden. Mit Befriedigung darf ich der Rolle gedenken, die unsere Gesellschaft in der gegenwärtigen, auf Besserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den höheren Schulen gerichteten Bewegung spielt. Die Kommission, die wir, einer Anregung des Herrn Klein-Göttingen folgend, seit einer Reihe von Jahren zur Betreibung dieser Angelegenheit eingesetzt haben, hat jetzt ihre Arbeiten vollendet. Ehe sie sich auflöst, um in Form einer umfassenderen Organisation wieder aufzuerstehen, werden die Herren Klein-Göttingen und Gutzmer-Halle einen Schlußbericht geben. Mit Rücksicht auf die allgemeine Wichtigkeit dieser Angelegenheit habe ich an die meisten deutschen Staatsregierungen

Mitteilung davon gelangen lassen, daß heute hier diese Verhandlungen statthaben, und ich freue mich, Vertreter dieser Behörden hier begrüßen zu können.

Hierauf erstatteten die Herren A. Gutzmer-Halle a. S. und F. Klein-Göttingen im Auftrage der Unterrichtskommission Bericht über deren Arbeiten (s. S. 27 u. 32); und nach einer Pause sprachen die Herren Geh. Hofrat Prof. Dr. W. Hempel-Dresden über „Die Behandlung der Milch“ (s. S. 112) und Prof. Dr. Hoche-Freiburg i. B. über „Moderne Analyse psychischer Erscheinungen“ (s. S. 129).

II. Allgemeine Sitzung.

Freitag, den 20. September, vormittags 9¼ Uhr.

Die Sitzung fand in der Aula der Technischen Hochschule statt. In derselben teilte zunächst der erste Geschäftsführer, Herr Geh. Hofrat Dr. E. v. Meyer-Dresden, die Antworten Sr. Majestät des Kaisers und Sr. Majestät des Königs von Sachsen auf die Huldigungstelegramme mit. Die Antworten lauten:

> Seine Majestät der Kaiser und König haben den treuen Gruß huldvollst entgegengenommen und lassen der ernsten Arbeit der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte einen guten Fortgang wünschen.
>
> Auf Allerhöchsten Befehl
> der Geh. Kabinettsrat v. Lucanus.

> Ich danke den Teilnehmern der 79. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte herzlich für den freundlichen Huldigungsgruß.
>
> Friedrich August.

Weiter wurden die angekündigten Vorträge gehalten, und zwar sprachen Herr Professor Dr. H. Hergesell-Straßburg i. E. über „Die Eroberung des Luftmeeres“ (s. S. 133), Herr Prof. Dr. O. zur Strassen-Leipzig über „Die neuere Tierpsychologie“ (s. S. 140) und Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. M. Wolf-Heidelberg über „Die Milchstraße“ (s. S. 176). Bei dem ersten und dritten Vortrag wurden erläuternde Lichtbilder vorgeführt. Nach dem ersten Vortrag wurde ein Begrüßungstelegramm an Herrn Grafen Zeppelin gesandt.

Nach Beendigung der Vorträge richtete der zweite Geschäftsführer, Herr Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Leopold-Dresden, folgende Ansprache an die Versammlung:

Hochgeehrte Festversammlung!

Unsere Tagung geht bald zu Ende, und die Räume des Ausstellungspalastes werden wohl auf längere Zeit hinaus nicht mehr von Vorträgen über die neuesten Forschungen in Naturwissenschaft und Medizin widerhallen. Bald auch wird das letzte Mikroskop und das letzte pharmazeutische Präparat verpackt und wieder nach Hause gesandt worden sein — dann liegen auch die Räume der Ausstellung wieder still da, und die Dresdener Gelehrten und Ärzte sind wieder in die Bahnen der ruhigen Arbeit zurückgekehrt.

Wohl jeder wird sich auch diesmal wieder von der vereinigenden Kraft unserer Versammlungen überzeugt haben.

Aber bei der großen Zahl der angemeldeten Einzelvorträge und bei der zunehmenden Ausbildung neuer Spezialfächer und Kongresse hat auch in der diesmaligen Versammlung wieder eine gewisse Besorgnis Platz gegriffen, daß wir uns zu sehr im einzelnen verlieren und der Vorteile des engen Anschlusses an das Ganze und Große verlustig gehen könnten.

War schon in Stuttgart der Wunsch zum Ausdruck gebracht worden, daß wir durch möglichst viele kombinierte Sitzungen wieder engere Fühlung unter einander bekommen möchten, so sind bei dieser Versammlung von verschiedenen Seiten dahingehende Bitten ausgesprochen worden, daß fernerhin die Zahl der für die Abteilungen angemeldeten Einzelvorträge viel geringer ausfallen, der Stoff für kombinierte Sitzungen aber noch reicher zufließen möge.

Dann bleibt die Versammlung der Naturforscher und Ärzte das, was sie ist und sein soll, nämlich ein kraftvolles Band, das beide umschlingt zur Hebung der Kultur und zur Hebung des Wohles der Menschheit

Hoffen wir und lassen Sie uns alle dafür wirken, daß diese Bitten und Wünsche in Erfüllung gehen!

Und nun wollen Sie uns Geschäftsführern erlauben, Ihnen allen, die Sie hierher gekommen sind, unseren herzlichsten Gruß und Dank zu entbieten, vor allem dem Vorstand unserer Gesellschaft und seinem hochverehrten ersten Vorsitzenden, Herrn Geheimrat Naunyn, und den wissenschaftlichen Ausschüssen.

Herr Geheimrat Naunyn hat mit so kräftiger, liebenswürdiger und weitsichtiger Führung seines Amtes gewaltet, daß es uns ein Leichtes war, unseren Obliegenheiten zu genügen. Möge er mit den Herren des Vorstandes und des wissenschaftlichen Ausschusses unseres aufrichtigsten Dankes versichert sein.

Mit Freuden haben wir Geschäftsführer uns dem Amte gewidmet und waren redlich bemüht, unter der tatkräftigen Mitarbeit der Einzelausschüsse und der Einführenden und Schriftführer, denen hier allen

besonders gedankt sei, Ihnen den Aufenthalt in Dresdens Mauern so angenehm als möglich zu machen.

Ob und wie es uns gelungen ist, das wird die Kritik und die Erinnerung lehren.

Möge nun die erstere ausfallen, wie sie wolle, jedenfalls bitten wir Sie, auch der dritten Dresdener Versammlung ein freundliches Gedenken bewahren zu wollen!

Zum Schluß ergriff der erste Vorsitzende der Gesellschaft, Herr Prof. Naunyn-Baden-Baden, das Wort:

Meine Damen und Herren! Wir sind am Schlusse dieser 2. allgemeinen Sitzung und damit unserer Tagung angelangt. Diese Dresdener Tagung war eine glänzende nach beiden Seiten, der festlichen und der der Arbeit.

Wir sind uns wohl bewußt, wie viel wir zuerst Seiner Majestät König Friedrich August verdanken. Durch sein gnädiges Interesse und das Allerhöchste Wohlwollen, das uns Se. Majestät in so überreichem Maße erwiesen, wurde uns hier der Boden bereitet, und das Entgegenkommen der königl. Staatsbehörden, dessen wir uns in so hohem Maße zu erfreuen hatten, gesichert.

Wir haben hier in Dresden zum dritten Male getagt, und wie Dresden die erste Stadt Deutschlands ist, die uns bereits zum dritten Male Gastfreundschaft gewährt, und wie ohne den Oberbürgermeister, Herrn Geheimrat Beutler, und seine Einladung wir nicht hier wären, so gebührt auch der Stadt Dresden und den städtischen Behörden unser größter Dank in erster Reihe.

Daß dann die Tagung einen so schönen und erfolgreichen Verlauf genommen, danken wir den Ausschüssen. Der Hauptausschuß gab uns schon in seiner glänzenden Zusammensetzung jede Gewähr. Wie alle Kreise Dresdens hier zusammengearbeitet, dem gibt dies Ausdruck, daß der zu unser aller Freude auch heut anwesende Senior des medizinischen Dresdens, Exzellenz Fiedler, ihm beizutreten nicht verschmähte. All den zahlreichen Arbeits- und Festausschüssen, vom Wohnungs- bis zum Preßausschuß, ihnen allen und ihren Vorständen und Mitgliedern sollte ich, jedem einzelnen, meinen Dank sagen — wie ich ihn empfinde; ich fürchte, die Geduld der Gesellschaft würde darüber ermüden. Zwei Männern aber muß ich hier mit Namen danken, den beiden Geschäftsführern, Herrn Geheimrat v. Meyer und Herrn Geheimrat Leopold. Ihnen verdanken wir das ganze Gelingen, vor allem das nach der wissenschaftlichen Seite. Ein erster Geschäftsführer, meine Damen und Herren, ist ein Mann, der ungefähr für ein Jahr die Arbeit seiner Tage und die Ruhe seiner Nächte der guten Sache opfert, und das ohne Lohn und ohne viel Ehre davon zu haben — nur um der guten Sache willen! — Ich habe mir oft, als ich diese

gewaltige Tätigkeit unseres Herrn v. MEYER mit erlebte, gesagt: Selbst dem eingefleischtesten Pessimisten muß es den Glauben an die unveräußerliche Güte der menschlichen Natur wiedergeben, daß es überhaupt noch gelingt, einen ersten Geschäftsführer für die Naturforscherversammlung zu finden!

Also nochmals den aufrichtigsten Dank Ihnen allen, vor allem unserer Geschäftsführung, und auf Wiedersehen in Cöln!

Geschäftssitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.

Donnerstag, den 19. September, morgens 8¾ Uhr.

Vorsitzender: Herr Geh.-Rat Prof. Dr. NAUNYN-Baden-Baden, erster Vorsitzender der Gesellschaft.

In der Sitzung, die im Ausstellungsgebäude stattfand, wurde über folgende Gegenstände verhandelt:

1. Als Versammlungsort für 1908 wurde Cöln gewählt, zu Geschäftsführern wurden die Herren Prof. Dr. TILMANN und Stadtverordneter KYLL, beide in Cöln, ernannt.

2. Vorstandswahlen. Zum zweiten stellvertretenden Vorsitzenden wurde Herr Prof. Dr. W. WIEN-Würzburg, zum Mitgliede des Vorstands Herr Prof. Dr. M. PLANCK-Berlin gewählt.

Das Amt des ersten Vorsitzenden geht am 1. Januar 1908 auf Herrn Professor Dr. WETTSTEIN VON WESTERSHEIM in Wien, das des ersten stellvertretenden Vorsitzenden auf Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. RUBNER-Berlin über.

3. Die Wahlen in den wissenschaftlichen Ausschuß ergaben folgendes Resultat:

a) Mitglieder der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe werden die Herren Prof. Dr. A. GUTZMER-Halle a. S. (1), Prof. Dr. WITTING-Dresden (1), Prof. Dr. H. GOLDSCHMIDT-Prag (1), Prof. Dr. W. HEMPEL-Dresden (1), Prof. Dr. CORRENS-Leipzig (2), Prof. Dr. KORSCHELT-Marburg (2), Prof. Dr. PHILIPPSON-Halle a. S. (2), Prof. Dr. UHLIG-Wien (2), Direktor Dr. SCHOTTEN-Halle a. S. (3).

b) Mitglieder der medizinischen Hauptgruppe werden die Herren Prof. Dr. KAUFMANN-Göttingen (1), Prof. Dr. HERING-Prag (1), Prof. Dr. SAHLI-Bern (1), Prof. Dr. KRÖNIG-Freiburg (1), Prof. Dr. PAYER-Greifswald (1), Prof. Dr. NEISSER-Breslau (2), Prof. Dr. CZERNY-Breslau (2), Prof. Dr. BONNET-Bonn (3).

Die naturwissenschaftliche Hauptgruppe wählte zum Vorsitzenden Herrn Prof. Dr. A. PENCK-Berlin, zu dessen Stellvertreter Herrn Prof. Dr. LINCK-Jena.

In der medizinischen Hauptgruppe fiel die Wahl auf Herrn Prof. Dr. SUDHOFF-Leipzig als Vorsitzenden, auf Herrn Prof. Dr. UHTHOFF-Breslau als Stellvertreter.

4. Der Kassenbericht, den der Schatzmeister, Herr Verlagsbuchhändler F. LAMPE-Leipzig, vortrug, wurde zur Kenntnis genommen.

5. Die Zinsen der TRENKLE-Stiftung wurden den Herren Prof. Dr. GARRÈ-Bonn zur Fortsetzung seiner Arbeiten über Organverpflanzung und Prof. Dr. KREHL-Heidelberg für Arbeiten über die Ernährung der Kranken überwiesen.

6. Der Vorsitzende teilte mit, daß die 1904 in Breslau eingesetzte Unterrichtskommission der Gesellschaft sich demnächst nach dem Erscheinen ihres Gesamtberichtes auflösen wird. An ihre Stelle tritt ein Ausschuß, welchem unter dem Vorsitz der Gesellschaft eine große Zahl naturwissenschaftlicher und medizinischer Vereine sowie der Verein deutscher Ingenieure angehören werden. Als ein Erfolg der Kommissionsarbeiten ist ein Erlaß des preußischen Kultusministers zu betrachten, der schon jetzt die versuchsweise Einführung des biologischen Unterrichts in den Oberklassen ermöglicht. An den Herrn Minister soll ein Danktelegramm abgesandt werden.

Ausführlicheres über diese und andere Mitteilungen des Vorsitzenden wird das im Geschäftsbericht der Gesellschaft zu veröffentlichende ausführliche Protokoll bringen.

BERICHT

ÜBER DIE

ALLGEMEINEN SITZUNGEN.

I.

Allgemeiner Bericht der Unterrichtskommission.

Von

A. Gutzmer.

Hochansehnliche Versammlung!

Der Bericht, den ich diesmal namens Ihrer Unterrichtskommission zu erstatten die Ehre habe, wird sich durch besondere Kürze auszeichnen; nicht etwa deswegen, weil die Gegenstände, auf die sich die Arbeiten der Kommission während des verflossenen Jahres bezogen, bedeutungsloser wären als in den beiden früheren, sondern weil die knappe zur Verfügung stehende Zeit ein tieferes Eingehen auf Einzelheiten verbietet, und weil die allgemeinen Gesichtspunkte, die uns bei unseren Vorschlägen geleitet haben, in den beiden vorangegangenen allgemeinen Berichten klar hervorgehoben und zu weitester Kenntnis gebracht worden sind. Es sei hier nur an den einen Umstand erinnert, daß die Kommission ihre Vorschläge der klareren und einfacheren Übersicht wegen in erster Linie auf die preußischen Verhältnisse zugeschnitten hat, und daß sie auch hier durchaus nicht etwa absolut neue Bahnen hat einschlagen wollen, sondern sich auf den durch die Schulkonferenz von 1900 und den Allerhöchsten Erlaß vom 26. November 1900 geschaffenen Boden gestellt hat.

Die Beurteilung der wahren Lage des naturwissenschaftlichen Unterrichts war mit großen Schwierigkeiten verbunden. Daher hatte die Kommission, wie ich schon im vorigen Jahre berichten durfte, mit Genehmigung des preußischen Unterrichtsministeriums an die neunklassigen höheren Schulen Fragebogen versandt, die inzwischen zurückgekommen sind. Die Sichtung des ansehnlichen Materials hat die Kommission im verflossenen Jahre zunächst beschäftigt. Die Ergebnisse sind in einem besonderen Berichte niedergelegt, der gedruckt vorliegt und einen Teil unseres abschließenden „Gesamtberichtes“ bildet. Das zusammenge-

kommene Material ist so weitschichtig, daß wir von einer vollständigen Veröffentlichung absehen mußten. Zweifellos enthält es die dokumentarische Grundlage für die Beurteilung der tatsächlichen Einrichtungen für den Unterrichtsbetrieb in Physik, Chemie und Biologie und für die Erkennung der dringendsten Bedürfnisse dieser Unterrichtsfächer. Ist die Kommission dem preußischen Unterrichtsministerium für die Genehmigung dieser Umfrage und der Veröffentlichung ihrer Ergebnisse zu großem Danke verbunden, so glaubt sie ihrerseits durch die Anstellung der Enquete und die eingehende Bearbeitung des Materials sowohl den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, als auch den Schulverwaltungen einen nicht unwesentlichen Dienst erwiesen zu haben.

Es kann an dieser Stelle unmöglich in das Detail des Berichts eingetreten werden, ich muß mich vielmehr mit einigen allgemeinen Angaben begnügen. So hat sich herausgestellt, daß bereits eine nicht unerhebliche Zahl von Schulgärten vorhanden ist. Ferner sei die erfreuliche Tatsache hervorgehoben, daß 77 Proz. aller höheren Lehranstalten sich grundsätzlich für die Einrichtung praktischer physikalischer Schülerübungen ausgesprochen haben. Auch haben sich Hinweise ergeben, wie die für die Schülerübungen nötige Zeit zu beschaffen sein wird, so daß für die Entschließungen der Schulverwaltungen gut vorgearbeitet ist. Entsprechendes gilt von den schon lange tatsächlich eingeführten chemischen und den ebenfalls als unentbehrlich oder doch sehr wünschenswert erkannten biologischen Übungen. Naturgemäß sind bei der Enquete auch viele andere Wünsche laut geworden, so besonders hinsichtlich der jährlichen Mittel für den Unterrichtsbetrieb, der Einrichtung der Unterrichtsräume und Sammlungen. Die Kommission hat alles, was ihr wesentlich erschien und nach ihrer Meinung in den Rahmen ihrer Aufgabe gehörte, zusammengestellt, und sie ist der Überzeugung, daß sie sich nicht etwa zum Wortführer übertriebener Sonderwünsche einzelner Fachlehrer gemacht, sondern lediglich die Förderung des Unterrichts im Auge gehabt hat.

Im großen ganzen ergibt sich aus der Fragebogen-Enquete ein nicht unerfreuliches Bild des Zustandes des gesamten preußischen naturwissenschaftlichen Unterrichts, soweit die äußere Ausstattung in Frage kommt. Namentlich sind auch zahlreichen großen Stadtgemeinden namhafte Verdienste in dieser Richtung nachzurühmen. Es erwächst daraus die Hoffnung, daß die noch unerledigten dringenden Wünsche sich ohne allzu große pekuniäre Aufwendungen werden erfüllen lassen. Und gibt es für den Staat eine wichtigere und schönere Aufgabe, als durch die gründlichere und gediegenere Ausbildung der heranwachsenden Geschlechter den Kulturfortschritt der Nation und der Menschheit zu pflegen und zu fördern?

Was nun den inneren Betrieb der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer betrifft, so hängt hier alles von der Frage

der Ausbildung der Lehrer ab. Diese Frage ist von grundlegender Bedeutung für alle auf den in Rede stehenden Gebieten erstrebten Reformen, denn diese lassen sich ohne gründlich ausgebildete und fachgemäß verwendete Lehrer gar nicht oder doch nur in unzureichender Weise durchführen. Die Frage der richtigen Lehrervorbildung bildet also in gewissem Sinne die Kernfrage für unsere Sache, und ihre Erledigung bedeutet den Schlußstein der Reformvorschläge unserer Kommission. Wir legen einen ausführlichen gedruckten Bericht hierüber mit einer größeren Reihe positiver Vorschläge vor, über die Herr Geheimrat Klein Ihnen sogleich das Nähere ausführen wird. Ich will mich darauf beschränken zu betonen, daß durch eine geeignetere Vorbildung der Oberlehrer nicht nur dem unmittelbaren Bedürfnisse der Schule gedient ist, sondern daß ein wesentlicher Grund zur mangelnden Berufsfreudigkeit beseitigt werden wird, wenn es gelingt, die Kandidaten besser für ihren Beruf vorbereitet von den Universitäten zu entlassen; die bessere Vorbereitung für den Beruf schafft ohne Zweifel nicht allein bessere Lehrer, sondern auch glücklichere Persönlichkeiten.

Wie eben angedeutet, sieht die Kommission mit ihren Vorschlägen für die Ausbildung der Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften ihren Auftrag in der Hauptsache als erledigt an. Sie hat daher bei dem Vorstande der Naturforscher-Gesellschaft ihre Auflösung beantragt. Indessen ist von der Ausarbeitung unserer Reformvorschläge bis zu deren Verwirklichung noch ein langer Weg, und so hat die Kommission zugleich angeregt, daß statt ihrer nunmehr ein allgemeiner Unterrichtsausschuß eingesetzt werde, in den außer der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte die großen mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Vereine und Gesellschaften Deutschlands und der Verein deutscher Ingenieure Vertreter entsenden, um dann gemeinsam auf breitester Grundlage die Arbeiten der Unterrichtskommission weiterzuführen und für ihre tatsächliche Durchführung einzutreten. Dieser Antrag der Kommission ist von dem Vorstande der Naturforschergesellschaft zum Beschluß erhoben worden. Die Vorverhandlungen zur Einsetzung dieses Ausschusses sind bereits im Gange, und bis jetzt haben sich fast alle zur Beteiligung aufgeforderten Vereine bereit erklärt. So steht denn zu erwarten, daß die in unseren Vorschlägen zum Ausdruck gekommenen Bestrebungen immer nachhaltiger zur Geltung gelangen werden.

Die Aufnahme, die unsere Vorschläge bei den deutschen Schulverwaltungen, bei Fachmännern und in der Literatur gefunden haben, läßt uns die Überzeugung gewinnen, daß wir uns auf der mittleren Linie bewegt haben und allen Extremen ferngeblieben sind. Die Tatsache allein, daß eine Kommission von zwölf Mitgliedern, die teils den Universitäten, teils den höheren Schulen, teils der technischen Praxis angehören, die zum Teil Mathematiker, zum Teil Mediziner, Naturwissen-

schaftler oder Ingenieure sind, bei der Behandlung der äußerst schwierigen Fragen fast überall zu einstimmigen Vorschlägen gelangt ist, darf wohl als ein Zeichen dafür gelten, daß diese Vorschläge dem uns gewordenen Auftrage gemäß als abgeglichen anzusehen sind. Ebenso läßt sich aus den uns von einigen wenigen Stellen gemachten, aber sich gegenseitig aufhebenden Vorwürfen, nämlich einerseits, daß wir mit unseren Forderungen nicht weit genug gegangen sind, und andererseits, daß sie Verstiegenheiten enthalten, der beruhigende Schluß ziehen, daß wir den rechten Weg gegangen sind. Auch was uns von den seitens der Unterrichtsverwaltungen veranlaßten Fachlehrer- und Direktorenkonferenzen, die sich mit unseren Vorschlägen zu befassen hatten, bekannt geworden ist, führt zu dem gleichen Schlusse.

In der Tat hat die Kommission schon jetzt nicht ohne Erfolg gearbeitet. Überall sind bereits erfreuliche Fortschritte erzielt worden. Es sei nur daran erinnert, daß in Baden und in Württemberg der naturwissenschaftliche Unterricht in der Richtung unserer Vorschläge erweitert worden ist, daß in Bayern die Lehrer der Mathematik beantragt haben, den Lehrplan so umzugestalten, wie es im großen und ganzen unseren Vorschlägen entspricht, daß ferner in Bayern letzthin die Lehrpläne der neuen Oberrealschulen bezüglich der Mathematik ganz nach unseren Wünschen geordnet sind, und daß durch sie hinsichtlich der Physik und der Biologie ein gut Teil unserer Wünsche und Vorschläge verwirklicht worden ist, so daß diese Oberrealschulen in mancher Beziehung als naturwissenschaftliche Gymnasien sich darstellen werden. Auch hier im Königreich Sachsen ist die Reformbewegung in lebhaftem Fluß. Insbesondere darf man hier den Ergebnissen der „Gabelung" des Unterrichtes mit Spannung entgegensehen. Hat die Kommission sich zu dieser Frage des gegabelten Unterrichts bisher auch nicht ausdrücklich öffentlich geäußert, so möchte ich doch hier aussprechen, daß wir in diesen Bestrebungen der sogenannten „Bewegungsfreiheit" einen Bundesgenossen unserer eigenen Tendenzen erblicken und daher empfehlen, überall, wo immer die Verhältnisse günstig liegen, diesen gegabelten Unterricht zur sinngemäßen Verwirklichung der Meraner Vorschläge zu benutzen. In der Gabelung liegt auch die Möglichkeit, die innerhalb der Kommission vorhandene Meinungsverschiedenheit betreffs der Ausdehnung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Gymnasien auszugleichen.

Was endlich Preußen angeht, so befindet sich die Reform des mathematischen und physikalischen Unterrichts innerhalb der geltenden Lehrpläne auf gutem Wege, und man ist nunmehr auch zu der Überzeugung gekommen, daß der biologische Unterricht bis in die oberen Klassen durchgeführt werden muß. Die Verhandlungen im preußischen Abgeordnetenhause im Frühjahr dieses Jahres waren unseren Bestrebungen durchaus günstig, und das Kultusministerium hat im Mai dieses

Jahres eine Konferenz berufen, in der über die Frage der Einführung des biologischen Unterrichts in die oberen Klassen verhandelt wurde. Diese Konferenz, zu der zwei Mitglieder unserer Kommission hinzugezogen waren, hat einstimmig als leitendes Prinzip den Satz anerkannt: „Die Einführung des biologischen Unterrichts in den oberen Klassen der höheren Lehranstalten ist wünschenswert." Des weiteren wurden dann die Wege gesucht und gefunden, auf denen ohne Schädigung anderer Unterrichtsfächer die allerdringendsten Bedürfnisse des biologischen Unterrichts befriedigt werden können. Natürlich muß ich es mir im Hinblick auf den vertraulichen Charakter der Verhandlungen versagen, näher auf die Ergebnisse dieser hochwichtigen Besprechung einzugehen.

So sehen wir überall die Stagnation und Resignation einer hoffnungsvollen Entwicklung weichen. Und das Erfreuliche ist, daß gerade in den Kreisen der Regierungen die Bereitwilligkeit zur Durchführung der notwendigen Reformen im allgemeinen sichtbar gewachsen ist und sich in Taten umzusetzen strebt. Die Kommission hat mehrfach Gelegenheit gehabt, das aus dem Munde der Vertreter der Regierungen selbst zu hören. Sie sagt den Hohen Regierungen für das freundliche Eingehen auf ihre Vorschläge den ehrerbietigsten Dank, und sie glaubt, damit zugleich dem Gefühl des Dankes der Fachwelt Ausdruck geben zu dürfen.

Mit diesem Dank verbinden wir zugleich den Wunsch und die Hoffnung, daß die Unterrichtsbehörden nun auch ihrerseits in allen beteiligten Kreisen und vor allem bei den Hohen Finanzministerien das nötige Verständnis und Entgegenkommen finden mögen. Dann wird das Reformwerk, rascher als es zunächst den Zweiflern möglich erschien, vollendet werden, und jeder, der noch vor kurzem angesichts der Lage des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Zukunft unseres Bildungswesens trüben Blicks entgegensah, wird dann hoffnungsvoll dem Wort zustimmen können, das jüngst aus Allerhöchstem Munde kam:

„Es ist eine Lust zu leben!"

II.

Allgemeine Ausführungen zu den Vorschlägen der Unterrichtskommission über die Lehrerausbildung.

Von

F. Klein.

Hochansehnliche Versammlung!

Es ist mir der ehrenvolle Auftrag geworden, Ihnen unsere von dem Herrn Vorredner bereits genannten Vorschläge für die wissenschaftliche Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik und Naturwissenschaften mit einigen Worten zu erläutern. Die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit verbietet dabei von vornherein, in Einzelheiten einzugehen; es würde dies aber auch an sich sehr unangebracht sein, weil ich dann für alle diejenigen, die nicht eine genaue Kenntnis der in Preußen geltenden Prüfungsbestimmungen besitzen, auf die wir uns bei unseren Darlegungen immerfort beziehen, von vornherein unverständlich sein würde. Und dabei sind die preußischen Bestimmungen von denjenigen, die in den anderen deutschen Staaten gelten, zum Teil grundverschieden, und auch hierüber würden Erläuterungen notwendig sein. Ich werde mich also auf einige wenige Punkte von grundsätzlicher Bedeutung beschränken, von denen ich hoffe, daß sie in dieser großen Versammlung nicht nur unmittelbares Verständnis, sondern auch ein gewisses Interesse finden werden.

Vielleicht darf ich gleich eine Frage voranstellen, die in unseren Vorschlägen erst zum Schluß behandelt wird, und hinsichtlich deren wir uns nur mit Rückhaltung äußern, die aber hier, an Ort und Stelle, vor anderen in Betracht kommen muß, weil das Interesse Ihrer Institutionen damit auf das innigste verknüpft ist. Sollen die Lehramtskandidaten unserer Fächer (genauer gesagt: die Kandidaten der Mathematik, Physik und Chemie) an den Technischen Hochschulen ihre volle Ausbildung finden können? Sachsen, Bayern und Württemberg haben dies seit langem bejaht; die übrigen Staaten, und

insbesondere Preußen, verhielten sich bisher ablehnend. Die Frage aber einer mehr gleichförmigen und zugleich mehr prinzipiellen Regelung der ganzen Angelegenheit steht eben im Vordergrunde der Diskussion für die beteiligten Fachkreise und Verwaltungen.

Der Ausgangspunkt der Entscheidung muß jedenfalls sein, die große Kulturbedeutung, welche die Technik in ihrer heutigen Entwicklung beanspruchen kann, sachgemäß einzuschätzen und sich zu überlegen, wie weit die höheren Schulen gehalten sein sollen, ihr Rechnung zu tragen. Nun, es gibt wohl keinen Platz, wo Sie stärkere und überzeugendere Eindrücke in dieser Hinsicht gewinnen könnten, als hier in Dresden; Sie wollen nur die großartigen Laboratorien durchwandern, mit denen dank der Munifizenz des sächsischen Staates die hiesige Technische Hochschule nach allen Richtungen ausgestattet ist. Die Überzeugung, daß die Mathematiker und Naturwissenschaftler der höheren Schulen in ihrer Studienzeit hier an der Quelle sollten schöpfen dürfen, drängt ich dem unvoreingenommenen Besucher sozusagen unmittelbar auf. Und doch ist die Frage keine einfache, weil hinwiederum die Universität viele nur ihr eigentümliche Bildungselemente vermittelt, und weil eine gewisse Homogenität in der Vorbildung der verschiedenen, an den höheren Schulen nebeneinander wirkenden Fachlehrer doch auch ihre große Bedeutung hat. Dementsprechend sind die Auffassungen, wie sie z. Z. in den nächstbeteiligten Fachkreisen herrschen, noch wenig geklärt und gehen vorläufig noch stark auseinander.

Angesichts dieser Sachlage konnte Ihre Kommission, welche nach allen Seiten abgeglichene Vorschläge zu machen hat, sich nicht entschließen, jetzt schon zugunsten der Technischen Hochschulen unbedingt Stellung zu nehmen; sie wünscht jedenfalls die schon vorhandenen und bewährten Einrichtungen für die Lehrerausbildung erhalten zu sehen und hat im übrigen nach einem Verfahren gesucht, das die gedeihliche Entwicklung der Angelegenheit nicht abschneidet, aber das Resultat dieser Entwicklung auch nicht vorweg festlegt. Sie hat daher in ihren Vorschlägen vor allen Dingen einen hervorragenden Fachmann zu Worte kommen lassen, der eine Ausdehnung der sächsischen Einrichtungen auf die preußischen Technischen Hochschulen wünscht, aber zugleich bestimmte organisatorische Maßregeln befürwortet, die ihm hierfür unerläßlich erscheinen. Sie hat ferner den Wunsch ausgesprochen, daß an derjenigen preußischen Technischen Hochschule, bei der die Verhältnisse am günstigsten liegen, nämlich in Danzig, seitens der preußischen Regierung Versuche in der hiermit bezeichneten Richtung angestellt werden möchten.

Ich vermute daß die so bezeichnete vorsichtige Stellungnahme der Kommission vielleicht Ihre Zustimmung, aber kaum irgendwo lebhaften Beifall finden wird. Wir sind in allen anderen Fragen viel entschiedener vorgegangen und so insbesondere bei der zentralen Frage, von

der ich jetzt sprechen will, wie sich die Ansprüche, welche die Schule an die wissenschaftliche Vorbildung der Lehrer stellt, mit der tatsächlichen Ausbildung unserer Studierenden an der Universität ins Gleichgewicht setzen sollen. In dieser Hinsicht liegen in der Tat allerlei Schwierigkeiten vor.

Zunächst an der Universität. Die Aufgabe der philosophischen Fakultät ist bekanntlich keine so einheitliche, wie die der anderen Universitätsfakultäten oder etwa der Fachabteilungen an der Technischen Hochschule, und ist überdies, so wie sie jetzt ist, erst allmählich zustande gekommen. Die Folge ist, daß die Ausbildung der Lehramtskandidaten an der philosophischen Fakultät unter allerlei Einengungen leidet, die man beseitigt wünschen muß.

In vergangenen Zeiten war die philosophische Fakultät ausschließlich Vorbereitungsanstalt für die anderen, die „oberen" Fakultäten. Von da her haben gewisse einleitende naturwissenschaftliche Vorlesungen an der philosophischen Fakultät, an denen Zuhörer der verschiedensten Art teilnehmen, hin und wieder einen zu elementaren Charakter behalten, der den Fortschritten, welche der naturwissenschaftliche Unterricht in der Zwischenzeit an den höheren Schulen selbst gemacht hat, nicht hinreichend Rechnung trägt. Wir müssen im Interesse unserer Lehramtskandidaten eine Änderung dieses Unterrichtsbetriebes, eine Hebung desselben auf ein modernes Niveau verlangen.

Und nun von anderer Seite, in noch höherem Maße, der entgegengesetzte Mißstand. Je länger, je mehr ist bei den philosophischen Fakultäten das Prinzip der wissenschaftlichen Forschung zum obersten Grundsatz geworden. Das ist unser berechtigter Stolz, und wir alle erblicken in den Vorlesungen oder Übungen, die den angehenden Gelehrten zu selbständiger Arbeit anleiten, die höchste Form unserer Wirksamkeit. Aber es scheint ein Naturgesetz zu sein, daß alles Gute, einseitig verfolgt, ins Absurde umschlägt. Wenn der Studierende statt allgemein orientierender Vorlesungen nur mehr Spezialvorlesungen findet, wenn gewisse wichtige Disziplinen, sofern der Kandidat sie nicht ausschließlich studieren will, für ihn überhaupt ausfallen, so ist Remedur nach rückwärts notwendig. Der Lehramtskandidat kann auch verlangen, daß ihm das Schwierigste, nämlich die Zusammenfassung der von ihm erworbenen Einzelkenntnisse zu einem zusammenhängenden Ganzen, durch geeignete abschließende Vorlesungen erleichtert werde.

Andererseits aber liegen an der Schule Schwierigkeiten vor. Auch der Laie versteht, daß die Schule auf die vielseitige Verwendbarkeit des einzelnen Lehrers das größte Gewicht legen muß. Aber ebenso einleuchtend ist der andere Satz, daß der Lehrer an der höheren Schule nur in solchen Gebieten unterrichten soll, deren wissenschaftliche Grundlagen er beherrscht. Nach der heutigen Ausdehnung der

Wissensgebiete erscheint es aber unmöglich, daß der Kandidat an der Universität die Gesamtheit der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer studiert. Und nun erleben Sie alle Tage z. B., daß ein Kandidat, der sich an der Universität eine gründliche Ausbildung ausschließlich in Mathematik und Physik erworben hat, bei seinem Übertritt an die Schule unvermittelt in Sexta oder Quinta zoologischen oder botanischen Unterricht erteilen soll — vielleicht nur, weil es einem älteren Kollegen, der diese Stunden seither gab, nicht mehr paßt, den Unterricht zu geben. Wie wird es gehen? Der Kandidat liest in Eile die in Betracht kommenden Lehrbücher, trägt das eben Gelesene gedächtnismäßig vor und beantwortet die interessierten Fragen der kleinen Schutzbefohlenen entweder gar nicht oder schablonenhaft. Da haben Sie eine Versündigung an dem obersten Prinzip alles naturwissenschaftlichen Unterrichts, daß nicht das Bücherlesen, sondern das Selbstsehen, das Selbstbeobachten gerade auch beim Lehrer der Ausgangspunkt sein muß. — Wir sind bereit, wie schon angedeutet, darauf hinzuwirken, daß die Universität dem Lehramtskandidaten in aller Weise eine brauchbare wissenschaftliche Grundlage für seine spätere Berufstätigkeit liefere, aber um so dringender wollen wir nun auch die Schulverwaltungen bitten, den für das heutige Fachschulstudium aus der Natur der Dinge fließenden Einschränkungen Rechnung zu tragen, was bei gutem Willen wirklich nicht unmöglich sein sollte.

Soviel über diesen wichtigen Punkt. Ich könnte darüber hinaus noch mancherlei Allgemeines über unsere Vorschläge anführen: daß wir bemüht sind, neben den Vorlesungen nachdrücklichst die praktischen Übungen zur Geltung zu bringen, daß wir neben den Fachstudien hinreichende Zeit für die allgemeinen Studien fordern, daß wir überhaupt der individuellen Entwicklung jede mit dem allgemeinen Ziel verträgliche Freiheit lassen wollen. Aber vielleicht ist es interessanter, wenn ich das Schema, zu dem wir gekommen sind, nun genauer bezeichne.

Wir empfehlen vor allen Dingen, die mathematisch-naturwissenschaftlichen Studien in zwei Gruppen zu trennen, von denen der Studierende nur eine wählt, nämlich in Mathematik-Physik und in Chemie-Biologie.

Innerhalb jeder Gruppe unterscheiden wir generelle und individuelle Studien.

Für die generellen Studien, welche die allen Studierenden der Gruppe gemeinsame Grundlage geben sollen, bringen wir sechs Semester in Vorschlag und unternehmen geradezu, hierauf bezügliche Studienpläne aufzustellen. Diese Pläne können und sollen natürlich nur die Bedeutung von Beispielen haben, wie man die Sache machen könnte; sie waren aber notwendig, um übersehen zu können, wie stark

man die Forderungen der einzelnen Fächer einschränken muß, damit keine übertriebene Belastung des Studierenden stattfindet.

Die individuellen Studien können, der Natur der Sache nach nicht genauer festgelegt werden. Wir bemerken aber, daß der Kandidat je nach seiner Veranlagung entweder auf Vertiefung seiner Studien hinarbeiten kann, was im günstigen Falle bis zur selbständigen Forschung und zur Doktorpromotion führt, oder aber auf eine mäßige Verbreiterung. Dies ist die Stelle, wo wir das so vielfach umstrittene Studium der Geographie in unsere Betrachtungen einreihen. Die Geographie ist kein von innen heraus einheitliches, sondern ein kollektives Fach, welches mathematische, naturwissenschaftliche, historische und volkswirtschaftliche Elemente in besonderer Weise vereinigt; man wird von der einen oder der anderen Seite an das Studium der Geographie herantreten können. Wir unsererseits können nur den Wunsch aussprechen, daß sich eine größere Zahl unserer Kandidaten, und zwar sowohl der mathematisch-physikalischen, als der chemisch-biologischen Richtung, dem Studium der Geographie zuwenden möge, damit im Unterricht in der Geographie, der an der Schule zweifellos eine sehr wichtige Rolle spielt, das mathematisch-naturwissenschaftliche Element zu genügender Geltung gelangt.

Was die generellen Studien angeht, so war unsere Hauptaufgabe, gewissen Einseitigkeiten entgegenzutreten, die sich beim Universitätsbetriebe im Laufe der Jahre vielleicht unbeabsichtigt entwickelt haben. Ich will das hier nur mit zwei Beispielen belegen, indem ich im übrigen auf die Einzelausführungen unserer Vorschläge verweise.

Nehmen wir zunächst die Gruppe Mathematik-Physik. Daß der Studierende dieser Gruppe auch astronomische Studien betreiben soll, ist für den Unbefangenen von vornherein selbstverständlich; wird es doch für den Lehrer der genannten Fächer immer eine der schönsten Aufgaben sein, die Schüler zu der Erkenntnis anzuleiten, daß innerhalb der ungeheuren Sternenwelt, in welcher die Erde sozusagen nur ein Stäubchen vorstellt, dennoch Gesetz und Zahl herrscht. Aber tatsächlich ist im Lehrgange unserer Studierenden die Astronomie — jedenfalls zum Teil infolge des Wortlautes der Examensbestimmungen — je länger je mehr völlig ausgefallen. Neben der für unsere Kandidaten nicht ausreichenden „populären Astronomie" für Studierende aller Fakultäten finden wir in den Vorlesungsverzeichnissen unserer Universitäten nur astronomische Spezialvorlesungen, die dem Fachastronomen die für ihn erforderliche Ausbildung vermitteln. Hier greifen wir ein und verlangen, um ganze Arbeit zu machen, nicht nur die für unsere Kandidaten erwünschten Vorlesungen und Übungen, sondern auch die Einfügung der Astronomie in das Lehramtsexamen, was innerhalb der sogenannten „angewandten Mathematik" leicht zu bewerkstelligen sein dürfte. Hochgeehrte Versammlung! Ich darf, indem ich diese Über-

legungen vortrage, daran eine sehr erfreuliche Mitteilung knüpfen. Veranlaßt durch die Beratungen Ihrer Kommission, war eine preußische Universität, bei der die in Frage stehenden Verhältnisse besonders günstig liegen, beim Ministerium in Berlin um die Beauftragung ihres Astronomen zur Mitwirkung beim Lehramtsexamen eingekommen, und es ist uns soeben die Nachricht zugegangen, daß diesem Wunsche in der Tat entsprochen worden ist.

Was ferner die chemisch-biologische Gruppe angeht, so möchte ich hervorheben, daß die Mineralogie und in ihrem Gefolge die Geologie in der geltenden preußischen Prüfungsordnung nur als ein Anhang der Chemie erscheinen. Dem entgegen hat die Kommission schon in ihren Meraner Vorschlägen eine breitere Behandlung der Geologie an der Schule befürwortet, weil sie uns nicht nur über die Struktur der uns unmittelbar interessierenden Erdrinde aufklärt, sondern auch im Zusammenhang damit unsere Kenntnis der organischen und anorganischen Natur zu einer historischen Wissenschaft gestaltet. Jetzt machen wir den weiteren Schritt und beantragen, Geologie mit Mineralogie als besonderes Fach in die Prüfungsordnung einzusetzen.

Es ist unmöglich, daß ich Ihnen noch weitere derartige Einzelheiten vorführe. Hoffentlich haben Sie auch so den Eindruck gewonnen, daß unser Entwurf nicht obenhin an den Dingen vorbeigeht, sondern auch nach allen Richtungen ganz bestimmte Auffassungen und, wo nötig, Änderungsvorschläge heranbringt. Dabei zweifeln wir eigentlich nicht an der Zustimmung weiter Kreise auch der Nächstbeteiligten, was das Prinzip angeht, wohl aber, angesichts des überall vorhandenen Beharrungsvermögens, an der glatten Durchführung unserer Vorschläge. Unser Bericht schließt daher mit der lebhaften Bitte um Unterstützung an alle, die mitwirken müssen, an die hohen Behörden, die Universitätsdozenten, schließlich die Oberlehrer selbst. Wir richten diesen Appell zugleich an den neu zu bildenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsausschuß; möge er nicht müde werden, das als notwendig erkannte Reformwerk immer weiter zu führen! Zum Schlusse aber wollen Sie mir ein paar Worte noch gestatten über eine weitere Aufgabe, die wir ins Auge fassen müssen, und für die vielleicht der Einzelne am besten zu wirken vermag.

Eine überaus wichtige Frage ist ohne Zweifel, wie sich die Vertreter der Mathematik und Naturwissenschaft, was die Schule angeht, mit den Vertretern der anderen für die Schule in Betracht kommenden Disziplinen: der Sprachen, der geschichtlichen und der ethischen Fächer, stellen sollen. Eine Zeitlang war die Losung: Kampf, Kampf um die Existenz einer übermächtig scheinenden Umgebung gegenüber. Vielleicht aber finde ich Ihre Zustimmung, wenn ich sage, daß nachgerade eine andere Losung am Platze ist. Der Kampf als solcher ist jedenfalls nicht das Ziel, sondern das Ziel ist die möglichst günstige Unter-

weisung der heranwachsenden Jugend, und wir sind auf mathematisch-naturwissenschaftlicher Seite längst so erstarkt, daß wir den Versuch einer Verständigung mit der Gegenseite nicht zu scheuen haben. Welchen Anteil an der Jugendbildung soll, im Hinblick auf die der kommenden Generation gestellten Aufgaben, das einzelne Gebiet haben? Das ist eine Frage, welche zwischen unterrichteten Vertretern der verschiedenen Fächer heutzutage in ersprießlicher Weise sollte erörtert werden können, zumal durch das Prinzip der Gleichberechtigung aller Arten höherer Schulen eine Grundlage gegeben ist, welche unnötige leidenschaftliche Erörterung von vornherein ausschließt. Nun, der Weg zu einer solchen Verständigung führt durch den Versuch hindurch, überhaupt Verständnis für die auf den verschiedenen Gebieten vorliegenden Verhältnisse, Bedingungen und treibenden Kräfte zu gewinnen, und daß auf ein solches Verständnis hin Schritte geschehen sind und geschehen sollen, die eine gewisse Aussicht auf volles Gelingen eröffnen, das ist es, was ich Ihnen noch mitzuteilen habe.

Der erste Ansatz dazu liegt zwei Jahre zurück, als eben unsere Meraner Vorschläge zur Reform des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Gymnasien, Realgymnasien und Oberrealschulen erschienen waren. Im Einvernehmen mit Ihrer Kommission bin ich damals nach Hamburg zu der dort tagenden Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner gegangen und habe über unsere Meraner Vorschläge, insbesondere den Wunsch, den biologischen Unterricht in geeigneter Weise auf die oberen Klassen der höheren Lehranstalten auszudehnen, berichtet. Und das Resultat war ein durchaus erfreuliches. Man hatte mir allerlei Schwierigkeiten in Aussicht gestellt, die aber in keiner Weiser hervortraten. Statt dessen vielfach direkte Zustimmung und schließlich das Resultat, daß zwischen dem zweiten Vorsitzenden der Versammlung, dem Altphilologen WENDLAND, und mir die Verabredung zustande kam, bei der nächsten Gelegenheit die Frage der Hochschulausbildung unserer Lehramtskandidaten — der mein heutiger Vortrag vor Ihnen galt — unter vergleichenden Gesichtspunkten für unsere verschiedenen Fächer nebeneinander zu behandeln.

Nun wohl, diese Vorträge sollen in der nächsten Woche, wo die Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner zum ersten Male wieder tagt, in Basel stattfinden. Und zwar werden über das genannte Thema nicht weniger als vier Parallelvorträge gehalten werden, an denen, neben WENDLAND und mir, BRANDL (für die neueren Sprachen) und HARNACK (für die ethischen Fächer) partizipieren werden. Wir wollen unsere Vorträge hernach in einer gemeinsamen Broschüre veröffentlichen.

Was wird unser Erfolg sein? Das Prophezeien ist ein übles Geschäft, und ich wage nicht, etwas Bestimmtes in Aussicht zu stellen. Es kann sein, daß unser Vorgehen isoliert bleibt, es kann auch sein,

daß sich weitere Verabredungen und Wirkungen anschließen. Jedenfalls wollte ich Ihnen von dem Plane Mitteilung machen, und ich meine, im ganzen auf Ihre grundsätzliche Zustimmung rechnen zu dürfen.

Hochansehnliche Versammlung! Wir leben in einer Zeit allgemeinsten pädagogischen Interesses und größter pädagogischer Aktivität. Vom umfassenden Standpunkte aus gesehen, erscheint das ganze Vorgehen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, wie es sich in der Bildung der Kommission und nun des Ausschusses darstellt, nur als eine einzelne Welle auf einer heranstürmenden Flut. Aber diese Welle ist Trägerin eines allgemeinen Prinzips, das in neuer Weise Erfolg zu versprechen scheint. Was sonst an pädagogischen Kommissionen zu Worte kam, war meistens die Vertretung eines einzelnen Faches oder Standes; man stellte Forderungen im engumgrenzten eigenen Interesse auf und überließ es dem Geschick, wie sich diese mit den Forderungen von anderer Seite abgleichen mochten. Sie haben von vornherein anders gehandelt, indem Sie nicht nur die Gesamtheit der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer in einer Kommission zusammenfaßten, sondern auch in diese Kommission Vertreter der Schule und der Hochschule wie des praktischen Lebens nebeneinander setzten. Da ist dann die Aufgabe, die verschiedenen Ansichten abzugleichen, in die Kommission selbst verlegt, und wenn die Beschlüsse und Vorschläge, welche daraus hervorgehen, vielleicht weniger charakteristisch und zugespitzt erscheinen werden als diejenigen engerer Kreise, so tragen sie um so mehr die Gewähr innerer Bedeutung und praktischer Durchführbarkeit in sich. Und so blicken wir denn auch mit Zuversicht den Arbeiten des neuen Ausschusses entgegen, bei dessen Zusammensetzung derselbe Grundsatz in noch umfassenderer Weise zur Anwendung gelangen wird.

Beilagen zum Bericht der Unterrichtskommission.

1. Vorschläge für die wissenschaftliche Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik und der Naturwissenschaften.

Vorbemerkung.

Die Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte hat in ihrem Meraner und ihrem Stuttgarter Bericht ausführlich dargelegt, wie sie sich den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an den verschiedenen Arten höherer Schulen, die neben einander bestehen, den Verhältnissen der Gegenwart entsprechend ausgestaltet denkt. Dabei war die stillschweigende, aber allerdings sehr wesentliche Voraussetzung, daß es in Zukunft nicht an Lehrern fehlen werde, welche den neuen, in wissenschaftlicher Hinsicht vielfach gesteigerten Anforderungen ihres Berufes gerecht zu werden vermögen. Die Kommission durfte daher, ehe sie ihre Tätigkeit abschließt, nicht unterlassen, sich auch noch eingehend mit der Frage der wissenschaftlichen Ausbildung der heranwachsenden Lehrkräfte zu beschäftigen, und bietet nunmehr in den folgenden Darlegungen das Ergebnis ihrer diesen Gegenstand betreffenden vielfachen Uberlegungen und Bezugnahmen.

Angesichts der sehr verschiedenen Bestimmungen, die in den einzelnen deutschen Staaten hinsichtlich der in Betracht kommenden Fragen gelten, haben wir uns im Meraner und Stuttgarter Bericht, um der Darstellung und den Vorschlägen die erforderliche Übersichtlichkeit zu wahren, in erster Linie immer auf die preußischen Verhältnisse bezogen und die abweichenden Bestimmungen der anderen deutschen Staaten nur beiläufig zur Geltung gebracht. Das gleiche Verfahren haben wir — aus den gleichen Gründen — bei den folgenden Auseinandersetzungen festgehalten, wollen aber nicht unterlassen, hier vorweg auf zwei neuerdings erschienene Publikationen hinzuweisen, die sich der schwierigen Aufgabe unterziehen, die einschlägigen Bestimmungen der verschiedenen deutschen Staaten in übersichtlicher Weise zu vergleichen oder doch neben einander zu stellen. Es sind dies:

H. Morsch, Das höhere Lehramt in Deutschland und Österreich. Leipzig und Berlin 1905.

O. Schröder, Die Ordnung des Studiums für das höhere Lehramt in Deutschland und die gesetzlichen Prüfungsbestimmungen in den einzelnen deutschen Bundesstaaten. Leipzig 1906.

Der feste Bezugpunkt der folgenden Darstellung ist dem Gesagten zufolge die z. Z. geltende preußische „Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen", die vom 12. September 1898 datiert ist. Wir werden zwar nicht unterlassen können, in einzelnen Punkten eine Abänderung dieser Ordnung zu befürworten, und haben dies überall, wo es geschieht, deutlich hervorgehoben (vgl. die Zusammenstellung in Abschnitt VIII unten); im allgemeinen aber haben wir im Interesse der leichteren Erreichbarkeit unserer Ziele uns bemüht, uns den geltenden Bestimmungen einfach anzupassen. In der Tat ist ja in erster Linie nicht die äußere Form der Bestimmungen wesentlich, sondern der Geist, in dem die Bestimmungen gehandhabt werden. Es ist dies dieselbe Grundauffassung, von der wir auch bei dem Meraner und dem Stuttgarter Bericht ausgegangen sind.

Die besonders wichtige Frage nach der Beteiligung der Technischen Hochschulen an der Lehrervorbildung ist in den Schlußabschnitt (XII) verwiesen, wo sie zusammenhängend behandelt wird; die Bemerkungen der vorausgehenden Abschnitte über Hochschulunterricht beziehen sich also in erster Linie auf die Universitäten.

Wir möchten noch geltend machen, daß den im folgenden zu gebenden Ausführungen überall eingehende Bezugnahmen mit den verschiedenen in Betracht kommenden Fachkreisen zugrunde liegen. Wir haben unsere Arbeit sogar in der Weise begonnen, daß wir eine Anzahl Sachverständiger (innerhalb und außerhalb der Kommission) veranlaßten, je von ihrem Standpunkte aus ihre Ideen und Wünsche über die Ausbildung der Lehramtskandidaten in besonderen Aufsätzen niederzulegen. Wir geben hier die Liste der so entstandenen Veröffentlichungen:

C. Chun, Probleme des biologischen Hochschulunterrichts (Natur und Schule V).

C. Duisberg, Der chemische Unterricht an den Schulen und der Hochschulunterricht für die Lehrer der Chemie (Zeitschrift für angewandte Chemie XIX; Sonderausgabe bei O. Spamer, Leipzig 1906).

K. T. Fischer, Vorschläge zur Hochschulausbildung der Lehramtskandidaten für Physik (Z. f. d. physikalischen und chemischen Unterricht XX, sowie Natur und Schule VI).

F. Klein, Probleme des mathematisch-physikalischen Hochschulunterrichts (Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung XIV).

A. Peter, Aufgaben und Ziele des Unterrichts in der Botanik an Schulen und Universitäten (Natur und Schule VI).

G. Steinmann, Der Unterricht in Geologie und verwandten Fächern auf Schule und Universität (Natur und Schule VI).

Wir benutzen die Gelegenheit, den genannten Autoren für ihre freundliche Bereitwilligkeit auch an dieser Stelle zu danken, wollen aber zugleich ausdrücklich erklären, daß wir uns dabei nach Vereinbarung mit den Verfassern von vornherein alle Selbständigkeit gewahrt haben. Wir hatten uns insbesondere vor Augen zu halten, daß wir nicht die Interessen des einzelnen Faches einseitig zu vertreten haben, sondern umgekehrt anstreben müssen, die Interessen der verschiedenen, neben einander stehenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Gebiete gegen einander abzugleichen.

Unsere Absicht ist es, im folgenden eine in sich zusammenhängende und möglichst übersichtliche Darstellung zu geben. Hiermit wolle man es entschuldigen, daß wir keinerlei Zitate in unsere Entwicklungen eingeflochten haben, so nahe uns dies an verschiedenen Stellen gelegen hätte. Zugleich liegt hierin die Erklärung für die etwas kahle Gliederung des Textes nach Abschnitten und Nummern; wir hoffen, daß hierdurch später auch die Verweisung auf einzelne Stellen wesentlich erleichtert sein wird.

Inzwischen ist die Frage der wissenschaftlichen Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik und Naturwissenschaften bereits zu Pfingsten dieses Jahres auf der Dresdener Tagung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ausführlich behandelt worden. Wir freuen uns, aussprechen zu können, daß die dort gegebenen Berichte und die von der Versammlung angenommenen Leitsätze, wie sie in Nr. 4 von Jahrgang XIII der Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften veröffentlicht sind (August 1907), sich mit den hier von uns gegebenen Darlegungen in bester Übereinstimmung befinden.

I. Grundsätzliches.

A. Hinsichtlich des Schulbetriebs und des Lehramtsexamens.

1. Die Unterrichtskommission muß besonderen Wert darauf legen, daß der Unterricht in Mathematik und Naturwissenschaften an den höheren Schulen in allen seinen Teilen nur von wirklich Sachverständigen erteilt wird, d. h. von Lehrern, welche hinsichtlich des in Betracht kommenden Lehrstoffs über volle akademische Vorbildung verfügen.

2. Dies schließt nicht aus, vielmehr scheint es uns sehr wesentlich, daß sich der einzelne Lehrer verständnisvoll in den Zweck und die Möglichkeiten des Schulganzen einordnet; wir kommen noch ausführlicher darauf zurück (Abschnitt IV).

3. Hierüber hinaus aber liegt es im Interesse des Schulbetriebes, daß der Unterrichtsbereich des einzelnen Lehrers nicht zu sehr eingeengt sei.

4. Die Grundsätze 1) und 3) vertreten im Prinzip entgegengesetzte Forderungen, zwischen denen man die den heutigen Verhältnissen am besten entsprechende Mittellinie suchen muß.

5. Die in dieser Hinsicht z. Z. in Preußen vorliegenden Verhältnisse charakterisieren sich dahin:

a) daß dem Kandidaten in der Prüfungsordnung zwar eine große Freiheit gelassen ist, wie er sich auf der Hochschule ausbilden, bzw. welche Kombination von Lehrbefähigungen er erwerben will;

b) daß er aber später an der Schule (aus schultechnischen Gründen) in die Lage kommen kann, je nach Bedürfnis den Unterricht selbst in solchen Fächern übernehmen zu müssen, für welche er überhaupt keine akademische Vorbildung besitzt.

6. Wir können in diesem Verfahren keine befriedigende Lösung der vorbezeichneten Schwierigkeit erblicken. Denn die wissenschaftliche Denkweise hat sich innerhalb der einzelnen in Betracht kommenden Gebiete so verschiedenartig entwickelt und so weitgehend ausgebildet, daß von einer gleichförmigen formalen Schulung, welche an dem einen Gebiete erworben wird und sich dann auf das andere überträgt, in keiner Weise mehr die Rede sein kann.

7. Ein durchgreifender Gegensatz in diesem Sinne macht sich schon innerhalb des Kreises der mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen geltend. Mathematik und Biologie bilden dabei die extremen Glieder, die im Grunde sehr wenig miteinander zu tun haben; es ist nur eine indirekte Verbindung, welche von der Mathematik zur Physik, von da zur Chemie und von dieser zur Biologie führt.

8. Nach reiflicher Überlegung müssen wir als Norm eine Trennung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Studien in zwei „Gruppen" empfehlen, eine mathematisch-physikalische und eine chemisch-biologische, wobei die Abtrennung zwischen diesen beiden Gruppen je nachdem verschieden gewählt werden mag, wie unten unter VII ausgeführt wird.

9. Die Notwendigkeit dieser Forderung dürfte sich aus den sofort folgenden Einzelausführungen überzeugend ergeben. Die verschiedenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Wissenszweige haben sich in der Tat in den letzten Dezennien nach Umfang und Inhalt so außerordentlich entwickelt, daß eine gleichförmige Berücksichtigung der sämtlichen Disziplinen neben einander unausweichlich auf Dilettantismus hinausführt. Wir können gemäß 6, 7 auch nicht empfehlen, auf ein Fach bezügliche zentrale Studien durch Erwerbung sogenannter Lehrbefähigungen zweiter Stufe auf den ganzen Umkreis der mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen zu erweitern, wünschen vielmehr, daß der

Kandidat in allen Fächern, in denen er überhaupt ein Examen ablegt, nach Möglichkeit auch die Lehrbefähigung erster Stufe anstrebt.

10. Wir bitten also die Schulverwaltungen, die Notwendigkeit der Trennung (die übrigens im Auslande und auch in einzelnen deutschen Staaten längst zugestanden ist) als solche gelten zu lassen und dementsprechend den einzelnen Kandidaten nur innerhalb derjenigen Fachgruppe zu beschäftigen, für die er die wissenschaftliche Vorbereitung besitzt. Wir werden in der Folge noch verschiedentlich Bemerkungen machen, welche die aus diesem Prinzip sich ergebenden praktischen Schwierigkeiten zu verringern geeignet sein dürften. Überhaupt verweisen wir hier auf die in den Abschnitten II—VII folgenden Einzelausführungen.

B. Hinsichtlich des Hochschulstudiums.

1. Für die Ausgestaltung des Hochschulstudiums kommen ebenfalls sehr verschiedene und zum Teil einander entgegengesetzte Gesichtspunkte in Betracht. Wir müssen einerseits fordern, daß der Kandidat auf der Hochschule die seinem späteren Berufe entsprechende Gesamtübersicht über sein Gebiet und überhaupt eine zweckmäßige Allgemeinbildung erwirbt, andererseits aber, daß er sich wissenschaftlich konzentriert, weil nur durch Vertiefung dasjenige positive Verhältnis zur Wissenschaft gewonnen wird, das eine unerläßliche Vorbedingung für alle höhere Lehrtätigkeit ist. Und ferner: Wir müssen für die Studierenden der einzelnen Fachgruppe eine gewisse gemeinsame Grundlage als verbindlich hinstellen und andererseits doch der individuellen Entwicklung den ihr gebührenden Spielraum lassen.

2. Wir suchen hier den Ausgleich, indem wir uns das Hochschulstudium, wenigstens grundsätzlich, in zwei Abschnitte zerlegt denken:

a) in einen generellen Teil, der für die einzelne Gruppe die vorbezeichnete gemeinsame Grundlage abgibt und durchaus in sich zusammenhängende Studien umfaßt,

b) in einen speziellen Teil, der der individuellen Ausgestaltung der Studien dient.

Über b) werden wir uns unter VI und VII mehr nur im allgemeinen äußern; dagegen geben wir zu a) unter II—V ins einzelne gehende Ausführungen. Wir bemessen dabei a) so, daß es unter günstigen Umständen in sechs Semestern erledigt werden kann.

3. An dem bestehenden Hochschulunterricht haben wir insbesondere zweierlei nach verschiedenen Richtungen liegende Mißstände zu beklagen. Erstlich bedauern wir, daß (gerade bei den Lehramtskandidaten) der Teil a) vielfach gegenüber b) verkümmert, indem das Studium von vornherein zu spezialistisch angelegt wird. Dann aber

scheint es, daß gewisse Einleitungsvorlesungen ad a), bei denen ein sehr heterogenes Zuhörerpublikum zusammenströmt, gelegentlich zu elementar gefaßt werden, indem den Fortschritten, welche der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht unserer höheren Schulen auf manchen Gebieten längst gemacht hat, nicht Rechnung getragen wird, so daß die Lehramtskandidaten von den Vorlesungen nicht den richtigen Vorteil haben.

4. Im übrigen haben wir den Wunsch, daß der Unterricht noch mehr nach der praktischen Richtung betrieben wird als bisher, daß Übungen, Seminare usw. von Anfang an systematisch neben die Vorlesungen treten und den Studierenden zur Selbstätigkeit anleiten.

5. Hiermit zusammenhängend verlangen wir nicht nur für den naturwissenschaftlichen, sondern auch für den mathematischen Hochschulunterricht überall gewisse äußere Hilfsmittel: Lese- und Arbeitszimmer, Seminarräume, Sammlungs- und Zeichensäle, überhaupt Institutseinrichtungen.

6. Der Organismus des Hochschulbetriebs ist gerade in den philosophischen Fakultäten so kompliziert geworden, daß ihn der Studierende ohne nähere Erklärung unmöglich mehr von Anfang an richtig auffassen kann. Wir empfehlen daher allgemein, für die verschiedenen Kategorien der Studierenden der philosophischen Fakultät, und so insbesondere für die Lehramtskandidaten unserer beiden Gruppen, Ratschläge und Erläuterungen herauszugeben, wie sie seit einer Reihe von Jahren an einzelnen Stellen bereits für die bei uns in Betracht kommenden Gebiete veröffentlicht werden, — Darlegungen, die das Studium keineswegs schematisch festlegen, sondern dem Studierenden bei der von ihm zu treffenden Auswahl aus den jeweils angezeigten Vorlesungen und Übungen an die Hand gehen sollen.

7. Wir bemessen die Einzelausführungen, die wir in den folgenden Abschnitten geben, so, daß ihnen jede Universität sollte gerecht werden können. Dabei denken wir nicht an Gleichmacherei; die mannigfachen Unterschiede, die zwischen den einzelnen Universitäten bestehen, sind an sich ein wertvolles Bildungsmoment, das wir in keiner Weise unterdrücken wollen.

8. Es mag auffallen, daß wir im folgenden nicht weiter von den Unterschieden sprechen, die hinsichtlich der Vorbildung unserer Kandidaten bestehen mögen, je nachdem sie Absolventen eines Gymnasiums, eines Realgymnasiums oder einer Oberrealschule sind. Wir haben das unterlassen müssen, weil diese Unterschiede z. Z. nicht bestimmt genug zu fixieren sind. Die akademischen Dozenten sollten ihre Anfangsvorlesungen so halten, daß sie allen ihren Zuhörern genügend Neues bieten und doch auch allen Zuhörern verständlich sind, was unter den z. Z. vorliegenden Verhältnissen nichts Unmögliches verlangt. Wer mit der mehr spezifischen Vorbildung zur Universität kommt, wird dann

natürlich leichtere Arbeit haben, vielleicht auch früher in höhere Übungskurse eintreten können, so daß er weiterhin Zeit behält, seine Studien früher zu spezialisieren oder seine Bildung nach anderen Richtungen hin zweckmäßig zu ergänzen.

II. Generelle Studien in reiner und angewandter Mathematik und in Physik.

A. Mathematik.

1. Allgemeine Bemerkungen über den mathematischen Hochschulunterricht.

a) Infolge lang fortgesetzter einseitiger Entwicklung der Verhältnisse konstruiert die populäre Auffassung zwischen dem Hochschulunterricht der Mathematik und dem Betriebe an der Schule einen prinzipiellen Gegensatz, als handele es sich um getrennte, nicht um organisch verbundene Interessensphären. Nun kann ja nicht geleugnet werden, daß ein tiefgehender Gegensatz tatsächlich vielfach besteht, der bei der Ausbildung der Lehramtskandidaten im Betriebe einzelner Hochschulen sogar zum System erhoben ist. Die Kommission aber möchte in jeder Weise auf Überbrückung dieses Gegensatzes hinarbeiten und macht hier vorab darauf aufmerksam, daß es zu dem Zwecke nur der Pflege bereits vorhandener Ansätze bedarf.

b) Der Gegensatz wird von vornherein geringer werden, wenn der mathematische Unterricht an den höheren Schulen gemäß unseren Meraner Vorschlägen den Funktionsbegriff in den Mittelpunkt rückt und die Entwicklung bis an die Schwelle der Infinitesimalrechnung fortführt. Denn der Hochschulunterricht baut ja gerade auf der hiermit bezeichneten Grundlage weiter.

c) Eine fernere Milderung des Unterschiedes ist angebahnt durch die Forderungen auf Wiederhervorkehrung der angewandten Mathematik im Hochschulunterricht, die im letzten Jahrzehnt fortschreitend an Boden gewonnen haben, und für die wir sogleich eine präzise Formulierung aufstellen werden; in der Tat durchziehen gewisse Arten der Anwendungen den ganzen Bereich des mathematischen Schulunterrichts.

d) Im übrigen aber empfehlen wir beim Hochschulunterricht der Mathematik eine besonders sorgfältige Scheidung zwischen dem, was für alle Lehramtskandidaten der Fächer verbindlich sein soll, und der weitergehenden Anleitung zum Spezialstudium des einen oder anderen Gebietes. Alle Übertreibungen in den Anforderungen sollten bei dem generellen Studium, von dem wir hier handeln, ferngehalten werden.

e) Wird dann noch in geeigneter Weise neben den notwendigen Einzelausführungen immer auch die allgemeine Bedeutung der zur Darstellung kommenden Theorien hervorgehoben, mit Aus- und Rückblicken auf den Entwicklungsgang an der Schule, so sollte den Kandidaten in der Tat eine mathematische Bildung übermittelt sein, welche sich für ihre spätere Berufstätigkeit als unmittelbar brauchbar erweist und nicht noch einer künstlichen Zurechtmachung oder gar Rückbildung bedarf.

2. Vom Hochschulunterricht in der angewandten Mathematik.

a) Der entscheidende Schritt für das Wiederhervorkommen der angewandten Mathematik im Hochschulunterricht ist bekanntlich gewesen, daß die preußische Prüfungsordnung von 1898 eine besondere Lehrbefähigung für angewandte Mathematik einführte, die an die Erbringung der Lehrbefähigung für reine Mathematik geknüpft ist und bestimmte Kenntnisse auf den Gebieten der darstellenden Geometrie, der mathematischen Methoden der technischen Mechanik, des Vermessungswesens und der Wahrscheinlichkeitsrechnung vorschreibt.

b) Die theoretische Mechanik und die mathematische Physik sind hier nicht mit angeführt, weil sie in der Prüfungsordnung bereits anderwärts (unter reiner Mathematik, bzw. Physik) verlangt werden. Im übrigen sind die Anforderungen ersichtlich abgegrenzt nach den 1898 im Vordergrunde stehenden Bedürfnissen des mathematischen Unterrichts an den technischen Fachschulen. Auch wenn man an dieser Begrenzung festhalten will, sollte man die Worte „mathematische Methoden der technischen Mechanik" wohl dahin interpretieren, daß sie nicht nur die älteren Gebiete der graphischen Statik und der Kinematik, sondern auch die neueren mathematischen Methoden der Ingenieure (Diagramme verschiedener Art etc.) mit umfassen.

c) Hierüber hinausgehend, schließen wir uns aber aus voller Überzeugung der allgemeinen und grundlegenden Auffassung an, die auf der Versammlung von Vertretern der angewandten Mathematik Ostern 1907 in Göttingen zum Ausdruck kam[1]): daß die angewandte Mathematik nicht der Inbegriff einzelner eng umgrenzter Disziplinen sei, sondern überhaupt die Hervorkehrung der Mittel der mathematischen Exekutive: des Zeichnens, Rechnens und Messens in ihrer Anwendung auf die Nachbargebiete, und daß beim Unterricht in der angewandten Mathematik diese Nachbargebiete selbst, soweit sie bei der Ausbildung der Studierenden nicht ohnehin zur Geltung kommen, ihrem sachlichen Inhalte nach ausdrücklich mit herangezogen werden sollen. Letztere Forderung wurde von der genannten Versammlung

[1]) Vgl. einen im Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (Bd. XVI, Heft 9/10, 1907) erschienenen Bericht.

des näheren dahin präzisiert, daß die technischen Teile der Physik zweckmäßigerweise in den bestehenden physikalischen Unterricht mit aufgenommen werden (siehe unten), daß aber Astronomie und Geodäsie (und in gewissem Maße Geophysik) innerhalb der angewandten Mathematik selbst zur Geltung kommen sollen.

d) Solcherweise umfaßt die „angewandte Mathematik" ein außerordentlich wesentliches Stück mathematischer Bildung überhaupt; sie vermittelt Kenntnisse und Fähigheiten, die dem Lehrer auf allen Stufen des an höheren Schulen zu gebenden mathematischen Unterrichts fortgesetzt zugute kommen müssen, zumal wenn der Unterricht im Sinne unserer Meraner Lehrpläne erteilt wird. Wir stehen daher nicht an — in Übereinstimmung mit den Beschlüssen der genannten Konferenz — die angewandte Mathematik geradezu als notwendigen Bestandteil jeder normalen mathematischen Ausbildung zu bezeichnen und die Erbringung des Examens in angewandter Mathematik dementsprechend jedem Lehramtskandidaten der Mathematik dringend zu empfehlen. Die angewandte Mathematik ist daher auch in sinngemäßer Ausdehnung dem unten (Abschnitt V) zu gebenden Schema der generellen Studien Mathematik-Physik mit eingefügt.

e) Hiermit zusammenhängend verlangen wir an jeder Universität die Schaffung solcher Unterrichtseinrichtungen, wie sie für den Betrieb der im genannten Sinne verstandenen angewandten Mathematik unerläßlich sind, d. h. nicht nur die Anstellung der hierfür erforderlichen Lehrkräfte (Dozenten und Assistenten), sondern auch die notwendigen äußeren Einrichtungen, wie Zeichensäle usw., insbesondere aber überall da, wo nicht schon Sternwarten oder sonstige Institute bestehen, an die der erforderliche Unterricht in Astronomie und Geodäsie angeschlossen werden kann, eigene Unterrichtssternwarten, d. h. kleinere Institute, in denen die Studierenden die unerläßlichen instrumentellen Hilfsmittel in einem für ihren Zweck ausreichenden Umfange zur Verfügung gestellt erhalten.

f) Die so umschriebene Erweiterung des Geltungsbereichs der angewandten Mathematik macht in der preußischen Prüfungsordnung die kleine Änderung notwendig, daß neben Kenntnissen in der Geodäsie auch solche in der Astronomie verlangt oder doch gewünscht werden. Wir empfehlen ferner — damit die angewandte Mathematik im Kreise der übrigen Fächer ihre Sonderstellung verliert — die Lehrbefähigung in der angewandten Mathematik nicht nur, wie bisher, für die erste Stufe, sondern gegebenenfalls auch für die zweite Stufe zu erteilen.

g) Nur der Vollständigkeit wegen mag noch hervorgehoben sein, daß, wenn irgendwo, so in der angewandten Mathematik Übungen im Mittelpunkte des Unterrichts stehen müssen. Die schon genannte Osterkonferenz von 1907 hat dieser Forderung den charakteristischen Ausdruck gegeben, daß sie für die Zwecke der angewandten Mathematik

nach Analogie der physikalischen und chemischen Praktika die Einrichtung mathematischer Praktika verlangt, die übrigens auch für die reine Mathematik am Platze sein würden.

3. Vom Hochschulunterricht in der reinen Mathematik.

a) Der Betrieb der reinen Mathematik soll selbstverständlich hinter dem der angewandten Mathematik nicht zurückstehen (weder auf der Hochschule, noch im Schulunterricht), sondern durch letzteren nur gestützt und ergänzt werden. Die reine Mathematik bleibt die zentrale Disziplin, welche dem Gebäude seine charakteristische Festigkeit verleiht; die Kommission ist daher auch ganz damit einverstanden, daß die Lehrbefähigung in der angewandten Mathematik in der preußischen Prüfungsordnung an die Erbringung der Lehrbefähigung in reiner Mathematik geknüpft ist.

b) Den Anfang des Hochschulstudiums der reinen Mathematik macht herkömmlicherweise die analytische Geometrie nebst Differential- und Integralrechnung; sind erst an den Schulen unsere Meraner Vorschläge durchgeführt, so wird der Dozent dabei unmittelbar an das Ergebnis des mathematischen Unterrichts auf den Oberklassen der höheren Schulen anknüpfen können. Es liegt auch ganz im Sinne einer rationellen Vorbildung der späteren Lehrer, wenn sich im herkömmlichen Universitätsbetriebe der reinen Mathematik an diese einleitenden Vorlesungen einerseits Vorlesungen über höhere Teile der Algebra und Analysis schließen, andererseits solche über Geometrie und Mechanik, womit der Anschluß an die Vorlesungen über theoretische Physik gewonnen ist. Dabei sollen die prinzipiellen Überlegungen und die anschauungsmäßigen Momente gleichmäßig zu ihrem Rechte kommen.

c) In welcher Reihenfolge diese höheren Vorlesungen gehalten werden, ist ziemlich gleichgültig, und es wird auch die Auswahl des Stoffes der Natur der Sache nach in hohem Maße von dem Ermessen der Dozenten abhängen. Wir müssen nur verlangen, daß die Belastung nicht größer wird, als daß daneben (im Rahmen der „generellen" Studien) noch ein voller Unterricht in angewandter Mathematik und in Physik bestehen kann. Dies bedingt, daß die eingehenderen Vorlesungen über einzelne Teile der reinen Mathematik, wie sie vielfach üblich sind, durchaus als Spezialvorlesungen angesehen werden müssen, die nur für solche Kandidaten bestimmt sind, die sich gerade in der reinen Mathematik weitergehend vorbilden wollen.

d) Wir können nicht umhin, im Zusammenhang mit dem soeben Gesagten darauf hinzuweisen, daß unter dem Einflusse der seit Jahrzehnten herrschenden Prüfungsverhältnisse nicht nur beim Examen, sondern im ganzen Unterrichtsbetrieb der Universitäten gewisse Verschiebungen stattgefunden haben, die man als sachwidrig wird bezeichnen dürfen. Der reine Mathematiker hat als selbstverständliches

Mitglied der Prüfungskommission für Lehramtskandidaten eine verhältnismäßig breite Zuhörerschaft, der gegenüber er sogar, wenn er will, gesteigerte Anforderungen durchsetzen kann. Der Astronom hingegen, der keinerlei Prüfungskommission angehört, beschränkt sich zumeist auf die Ausbildung bloßer Spezialisten, nur daß er dann und wann für Hörer aller Fakultäten über populäre Astronomie liest, was für die Lehramtskandidaten nicht ausreicht. Ein neues Moment kommt in diesen Vergleich hinein, wenn wir weiter unten von dem Betrieb der Experimentalphysik handeln, bei welchem neben den Lehramtskandidaten zahlreiche andere Kategorien Studierender: Mediziner, Pharmazeuten usw., zu berücksichtigen sind, so daß die Gefahr besteht, daß die wissenschaftlichen Interessen der Lehramtskandidaten zu wenig berücksichtigt werden. Wir erachten es als einen sehr wesentlichen Punkt in unseren Vorschlägen, daß wir überall bemüht sind, die solcherweise aus äußeren Umständen entspringenden Ungleichheiten in der Hochschulausbildung unserer Lehramtskandidaten wenigstens einigermaßen abzugleichen.

BOSTON MEDICAL LIBRARY JUN 18 1908

e) Als Abschluß der generellen Studien in reiner Mathematik empfehlen wir nachdrücklich eine Vorlesung, welche den ganzen mathematischen Lehrstoff nach seiner inneren Gliederung zusammenfaßt und dabei nach Möglichkeit die Bedeutung der höheren Zweige auch für die verschiedenen Stufen des Schulbetriebs in übersichtlicher Form darlegt. Die Erfahrung lehrt in der Tat, daß ohne solche besondere Vorlesung die Mehrzahl der Studierenden das innere Band, welches die einzelnen Teile der mathematischen Wissenschaft miteinander verbindet, nicht recht herausfindet, womit das eigentliche Ziel dieser Studien gerade für den späteren Lehrer so gut wie verfehlt ist. Um Mißverständnisse zu vermeiden, fügen wir noch ausdrücklich hinzu, daß die hier empfohlene Vorlesung selbstverständlich gereifte Zuhörer voraussetzt und also nicht etwa für solche Kandidaten bemessen werden kann, welche die Lehrbefähigung in der reinen Mathematik nur für die zweite Stufe erwerben wollen.

f) Nicht besonders eingesetzt haben wir in das unten (Abschnitt V) zu gebende Schema der generellen Studien in Mathematik und Physik Vorlesungen über die philosophischen und historischen Grundlagen der Mathematik, die neuerdings von manchen Seiten gewünscht werden. Wir denken uns, daß die einschlägigen Fragen, soweit sie nicht das Objekt von Spezialstudien sind, innerhalb der von uns eingeführten Vorlesungen an geeigneten Stellen zur Behandlung kommen sollen. — Für die Spezialstudien nach philosophischer und historischer Seite wünschen wir umgekehrt breiteren Raum, als gegenwärtig hierfür zur Verfügung steht, doch ist hier nicht der Platz, dies genauer auszuführen.

g) Im übrigen betonen wir auch für das Studium der reinen Mathematik die Notwendigkeit ausgedehnter Übungen, die den Studenten zur Selbsttätigkeit hinleiten. Von der Behandlung kleinerer Aufgaben beginnend, sollen dieselben bis zu den selbständigen Arbeiten fortschreiten, deren Ergebnis der Kandidat bis zu Ende durchführt, gegebenenfalls auch in freiem Vortrag im Seminar seinen Kommilitonen darlegt. Die Übungen sollten so eingerichtet sein, bezw. so mit den Übungen in angewandter Mathematik kombiniert werden, daß der Studierende, vom ersten Semester beginnend, durch seine ganze Studienzeit hindurch regelmäßig an dem einen oder anderen mathematischen Übungskurs teilnehmen kann. Natürlich sind für einen so ausgedehnten Betrieb Assistenten erforderlich: wir verweisen beiläufig auf die mathematischen Übungen an den Technischen Hochschulen, wo, in Preußen, auf je 30 Teilnehmer ein Assistent gerechnet zu werden pflegt.

h) Zum Schluß bemerken wir in Übereinstimmung mit bereits gegebenen Äußerungen, daß nach heute herrschenden Anschauungen zu einem geordneten Studium der reinen Mathematik die Einrichtung von geeigneten Seminarbibliotheken und Arbeitsräumen, wo die Studierenden die wichtigere Literatur ihrer Fächer kennen lernen, unerläßlich ist, ebenso von Sammlungen mathematischer Modelle behufs anschauungsmäßiger Belebung der mathematischen Vorträge. Der Umfang dieser Einrichtungen dürfte zweckmäßigerweise etwa so bemessen werden wie bei den philologischen oder historischen Seminaren.

B. Physik.

1. Wir möchten vorab betonen, daß wir uns das mathematische und physikalische Studium unserer Lehramtskandidaten durch Vermittelung der angewandten Mathematik zu einer ideellen Einheit verbunden denken, wie ja der von uns befürwortete Betrieb der angewandten Mathematik von selbst vielfach auf das physikalische Gebiet übergreift. Der Physik verbleibt in dieser Verbindung die besondere Aufgabe, das Experiment und das induktive Verfahren zur Geltung zu bringen.

2. Was die äußeren Einrichtungen für Physik betrifft, so sind moderne physikalische Institute z. Z. fast an allen Hochschulen vorhanden. Wir haben den Wunsch auszusprechen, daß an allen diesen Instituten auch den technischen Anwendungen der Physik genügende Aufmerksamkeit geschenkt werden möge. Da mancherlei maschinelle und elektrotechnische Einrichtungen ohnehin vorhanden sind, läßt sich mit verhältnismäßig geringen Mitteln schon einiges Brauchbare bieten. Wir wünschen ferner mehr Räumlichkeiten für das nach verschiedenen Seiten zu erweiternde physikalische Praktikum (siehe sogleich unter 5).

3. Umänderungen im Betrieb des Unterrichts befürworten wir zunächst bei der herkömmlichen einleitenden Vorlesung über Experimentalphysik. Es ist uns vielfach darüber geklagt worden, daß diese Vorlesung dem mathematisch-physikalischen Bildungsniveau, welches die Studierenden des Lehrfachs heutzutage von der Schule mitbringen, nicht hinreichend angepaßt sei. Man beachte, daß nicht nur an den neunklassigen Realanstalten, sondern auch auf den Gymnasien die elementaren Grundlagen der Physik nachgerade ziemlich weitgehend zur Geltung kommen; es wird das in noch höherem Maße der Fall sein, wenn unsere Meraner Vorschläge an den Schulen durchdringen, insbesondere an den Schulen überall (fakultative oder obligatorische) physikalische Schülerübungen abgehalten werden. An der Schule wird im Physikunterricht selbstverständlich auch von dem ganzen mathematischen Apparat, über den die Schule verfügt, Gebrauch gemacht. Dieser Sachlage gegenüber ist eine einleitende Hochschulvorlesung, wie sie früher überall bestand und jetzt noch hin und wieder bestehen soll — bei der keinerlei Vorkenntnisse vorausgesetzt werden, insbesondere aber das Mathematische geflissentlich vermieden oder durch mühsame Erörterungen umständlich herangebracht wird — nicht mehr am Platze.

4. Eine zeitgemäße Vorlesung über Experimentalphysik sollte vielmehr — so ist es uns von vielen Hochschulvertretern der Physik bestätigt worden — ihre Gesamtübersicht über das Gebiet der Physik in der Weise erbringen, daß die experimentellen Belege in hochschulmäßiger Durchdringung mit theoretischen Darlegungen dargeboten werden; sie sollte, um es mit einem Stichwort zu bezeichnen, überall von einer elementaren Differential- und Integralrechnung Gebrauch machen. Wir möchten hierfür nicht einmal die Durchführung unserer Meraner Lehrpläne an den Schulen abwarten, sondern dem Dozenten der Physik anheim geben, für solche Zuhörer, welche nicht ohnehin in den ersten zwei Semestern Differential- und Integralrechnung studieren (wie es doch die Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik tun), eine kurze, ergänzende Vorlesung einzurichten. Freilich wird gesagt, daß gewisse Zuhörerkreise, die an der Vorlesung über Experimentalphysik hergebrachterweise teilzunehmen pflegen, gegen jede derartige Hervorkehrung mathematischer Gedankengänge protestieren würden. Ist das wirklich der Fall, so möge man für sie (wie es beispielsweise seit Jahren in Wien geschehen ist) einen besonderen physikalischen Lehrgang einrichten. Bei der seither mancherorts geübten Praxis geht unseren Lehramtskandidaten nicht nur viel kostbare Zeit verloren, sondern auch viel Lernfreude und innerer Fortschritt.

5. Wir befürworten ferner eine nicht unbedeutende Ausgestaltung des für die Lehramtskandidaten geltenden physikalischen Praktikums. In der Hauptsache beschränkt sich dasselbe seither auf das

„messende“ Praktikum, an dem die Studierenden erst nach Absolvierung der einleitenden Vorlesung über Experimentalphysik teilzunehmen pflegen. Wir wollen diese Einrichtung gewiß hochhalten und wünschen nur, daß unsere Studierenden dabei nicht in einen schematischen Lehrgang gezwängt, sondern in persönlichem Verkehr mit dem Dozenten (oder geeigneten Assistenten) individuell gefördert werden. Wir möchten ihr aber nach vielfach geäußerten Wünschen noch Übungen anderer Art angliedern, wie sie hin und wieder bereits in den Anfängen bestehen, aber im Interesse der späteren Lehrer an allen Universitäten in systematischer Ausbildung gefordert werden müssen. Dies würden zuvörderst Handfertigkeitsübungen sein (in denen namentlich die Bearbeitung von Glas und Metall gelernt und einige Werkzeug- und Materialkenntnis vermittelt wird). Es würden ferner praktische Unterweisungen in der Behandlung von Instrumenten und im Aufbau von Apparaten hinzukommen müssen (wobei nicht in erster Linie an Schulapparate, sondern an wissenschaftliche Instrumente und an Apparate für den Hochschulunterricht zu denken ist, die der Studierende bei Gelegenheit auch in geordnetem Experimentiervortrag vorführen mag). Ein besonderer Kursus endlich würde der praktischen Befassung mit den technischen Anwendungen der Physik (auf Maschinenwesen und Elektrotechnik) gewidmet sein. Dies ist nicht nur durch die kulturelle Wichtigkeit der Sache, sondern auch durch das Bedürfnis des Schulunterrichts gerechtfertigt, der von dem Lehrer eine gewisse Vertrautheit mit diesen Dingen in stets wachsendem Maße fordert. Gegebenenfalls müßte hierfür ein besonderer Lehrauftrag erteilt werden.

6. Was die in den Rahmen unserer generellen Studien fallenden höheren physikalischen Vorlesungen angeht, so beschränken wir uns darauf, den Wunsch auszusprechen, daß sie einen allgemeinen Überblick über die theoretische Physik vermitteln mögen, der aber nach allen Richtungen mit lebendiger Anschauung der experimentellen Tatsachen durchsetzt sein soll.

7. Unerläßlich ist es, daß der Studierende der Physik sich auch einige Kenntnisse in der Chemie erwirbt, mag er auch nicht beabsichtigen (was wir in Abschnitt VII empfehlend besprechen), sich in der Chemie eine formelle Lehrbefähigung zu erwerben. Es müßte genügen, daß er ein Semester lang an der einleitenden Vorlesung über allgemeine Chemie teilnimmt und ebenfalls ein Semester lang ein seinen Bedürfnissen entsprechendes chemisches Praktikum besucht.

III. Generelle Studien in Chemie, in Geologie nebst Mineralogie und in Biologie.

Von der Ausdehnung und Abgrenzung der einzelnen Lehrgebiete und ihrer Anrechnung im Lehramtsexamen.

a) Die in dem vorliegenden Abschnitt behandelten Unterrichtsgebiete sind auch in den geltenden Prüfungsbestimmungen als zusammengehörig behandelt, werden aber etwas anders gruppiert, als wir befürworten.

In der preußischen Prüfungsordnung ist die Chemie mit der Mineralogie zu einem Prüfungsfach verbunden, das auch die Geologie mit einschließt, da in den Bestimmungen auch die Bekanntschaft mit den wichtigsten Gebirgsarten und geologischen Formationen, besonders Deutschlands, verlangt wird.

In die biologischen Disziplinen, Botanik und Zoologie, ist nach der preußischen Prüfungsordnung die Bekanntschaft mit der Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers als Grundlage einer Anthropologie mit eingeschlossen.

b) Bei Zugrundelegung der im Meraner Bericht der Unterrichtskommission enthaltenen Lehrplanentwürfe tritt zunächst in der bisherigen Zusammenordnung Chemie nebst Mineralogie insofern eine bedeutsame Änderung ein, als der hier inbegriffenen Geologie eine selbständige Behandlung zuerkannt ist. Sie verdient diese Stellung im Schulunterricht durch ihre Wichtigkeit als Bindeglied zwischen der organischen und anorganischen Natur, sie gibt der Naturbetrachtung dadurch eine gewisse Abrundung und beiden Gebieten den Charakter einer historischen Wissenschaft.

Mag der Umfang des eigentlichen geologischen Unterrichts auch in den Meraner Lehrplänen nur auf ein Halbjahr in der Oberprima bemessen sein, so setzen doch auch die anderen mit ihr zusammengehörigen Unterrichtsfächer, z. B. die Chemie bei der Besprechung des Steinsalzes, des Kalksteins, der Steinkohle, der Silikate usw., geologische Kenntnisse voraus; ein gleiches erfordert der biologische Unterricht an verschiedenen Stellen, so in der Botanik bei Besprechung der Gefäßkryptogamen und Nadelhölzer Bezugnahme auf die fossilen Formen in den Steinkohlenlagern, in der Zoologie bei den Mollusken auf Ammoniten und Belemniten, bei den Crustaceen auf Trilobiten, bei den Reptilien auf die fossilen Saurier und ihre Übergangsformen usw.

Der geologische Einschlag wird aber noch vermehrt, wenn, wie wir es wünschen, das Studium der Geographie sich mit dem naturwissenschaftlichen verbindet und der geographische Unterricht mit dem naturwissenschaftlichen in eine Hand gelegt wird. Es würden dann auch die Fragen der Oberflächengestaltung der Länder und die geologischen

Grundlagen der heutigen Pflanzen- und Tiergeographie hinzutreten und ein eingehendes Studium der Geologie verlangen.

Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß dem Lehrer der Chemie und Biologie ein umfangreiches Wissen auf geologischem Gebiete zur Verfügung stehen muß, und daß es sich nicht rechtfertigt, dieses Fach in der Lehramtsprüfung nur als ein Anhängsel der Chemie zu behandeln.

c) Auch der Mineralogie ist in den Meraner Lehrplänen eine größere Berücksichtigung zuteil geworden als bisher. Ist sie dort auch innerhalb des chemischen Unterrichts gleichsam als Abschluß des anorganischen Teils behandelt, so ist doch der zusammenhängende mineralogische Kursus in der Unterprima zugleich als Vorbereitung für die zusammenfassende Behandlung der Geologie in der Oberprima gedacht; inhaltlich stehen sich die letztgenannten Wissenschaften namentlich auch in der Art ihrer Behandlung im Schulbetriebe sehr nahe, womit die innigen Beziehungen der Mineralogie zur Chemie natürlich nicht bestritten werden sollen.

d) Auf Grund dieser Erwägungen hält es die Kommission für angemessen, das Gebiet der Geologie und Mineralogie als selbständiges Prüfungsfach zu behandeln und von der Chemie zu lösen. Sie wurde darin durch die weitere Überlegung bestärkt, daß auch die Chemie sowohl durch ihre Bedeutung als Unterrichtsfach, wie namentlich durch den Umfang der chemischen Wissenschaft in gleicher Weise wie die Physik die Stellung als selbständiges Prüfungsfach verdient.

e) Im Hinblick auf die Ausdehnung, die den biologischen Wissenschaften, Botanik und Zoologie, in den Lehrplanentwürfen der Unterrichtskommission für die Realanstalten zuerkannt ist, ließen sich Gründe dafür anführen, auch diese beiden Wissensgebiete als gesonderte Prüfungsfächer zu behandeln, wie es in der Tat von einigen Seiten befürwortet wurde.

Indessen abgesehen davon, daß es nicht ratsam erscheint, die Zahl der selbständigen Prüfungsfächer noch weiter zu vermehren, liegt es im allgemeinen Interesse, diese beiden innerlich verwandten Fächer nicht zu trennen, wohl aber ihre Bedeutung als selbständige Wissenschaften dadurch anzuerkennen, daß wir aussprechen:

α) Mit dem heutigen Stande der beiden Wissenschaften ist es nicht vereinbar, daß die Prüfung in Botanik und Zoologie von einem und demselben Examinator abgehalten wird, und

β) unter Annahme der Durchführung des biologischen Unterrichts bis in die oberen Klassen läßt sich die Bemerkung zu § 25 der Prüfungsordnung nicht aufrecht erhalten, daß die Lehrbefähigung für die erste Stufe in Botanik und Zoologie schon dann für die erste Stufe zuzuerkennen ist, wenn der Kandidat nur auf einem der beiden Gebiete die Lehrbefähigung für die erste Stufe, auf dem anderen aber für die zweite Stufe nachgewiesen hat.

f) Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß wir den Lehramtskandidaten der chemisch-biologischen Richtung die Vorbereitung zu folgenden drei Prüfungsfächern empfehlen:

A. Chemie.

B. Geologie (einschließlich Mineralogie).

C. Biologie (Botanik, Zoologie nebst Anthropologie).

Besondere Ausführungen für die einzelnen Gebiete.

A. Chemie.

1. Allgemeines über die Stellung der Chemie in der Gruppe der naturwissenschaftlichen Fächer.

In der hier zusammengestellten Gruppe hat die Chemie gewissermaßen dieselbe assoziierende Aufgabe zu erfüllen wie in der vorher behandelten Zusammenstellung die angewandte Mathematik. Wie die Chemie in ihren Beziehungen zur Geologie und Mineralogie die Einsicht in die Entstehung und Umwandlung der Mineralien und Gesteine vermittelt, so liegt ihre grundlegende Bedeutung für die biologischen Wissenschaften darin, daß sie das Verständnis für den alles organische Leben charakterisierenden Stoffwechsel eröffnet.

2. Vom Hochschulunterricht in der Chemie.

a) Die beste Einführung in das Gebiet der Chemie findet der Studierende — wie es auch bisher üblich war — in der allgemeinen, über zwei Semester erstreckten Vorlesung über Experimentalchemie, die wir empfehlen in zweckentsprechender Weise so zu gestalten, daß sie von vornherein alle die Gebiete berücksichtigt, die der Lehramtskandidat für seinen künftigen Beruf gebraucht.

b) Dazu gehört vor allem ein umfassender Überblick über die gesamte anorganische und eine abgekürzte Behandlung der Grundzüge der organischen Chemie. Letztere würde sich vor allem auf die für den Stoffwechsel der Pflanzen und Tiere wichtigen Verbindungen beziehen; daneben aber empfehlen wir auf beiden Gebieten auch das Eingehen auf volkswirtschaftlich wichtige Zweige der Technik und Industrie.[1]) Ebenso empfiehlt es sich, in die ganze Vorlesung die Anschauungen der physikalischen Chemie hinein zu weben und zugleich ein Bild von der Entwicklung der chemischen Wissenschaft zu geben, das sich passend an die Namen der hervorragendsten Forscher anschließt.

---

1) Hierher rechnen wir beispielsweise die Darstellung von Alkalien, Säuren, Glas, die wichtigsten Hüttenprozesse, wie Eisen- und Stahlbereitung, ferner die Gewinnung von Spiritus, Zucker, die Bedeutung der Gas- und Teerindustrie, Färbeprozesse, das wichtigste aus der Agrikulturchemie u. dgl.

c) Den weiteren Ausbau seines Wissens und Könnens würde der Kandidat in den zweckmäßig auszugestaltenden Laboratoriums- und Seminarübungen finden.

d) Bei den Arbeiten im Laboratorium empfehlen wir die Praktikanten individuell zu behandeln, so daß nicht, wie es wohl stellenweise üblich gewesen ist, alle Studierenden gleichmäßig nur in der qualitativen und quantitativen Analyse beschäftigt werden. Wir empfehlen, für den Lehramtskandidaten die Übungen auf diesem Gebiete darauf zu beschränken, daß er die Reaktionen der wichtigsten Anionen und Kationen und die Methodik der Gewichts- und Maßanalyse kennen lernt; selbstverständlich muß der Lehramtskandidat auch imstande sein, beispielsweise von einem einfachen Mineral die chemische Zusammensetzung qualitativ zu ermitteln, er muß auch die Elementaranalyse und die Methoden zur Bestimmung der Molekulargröße so weit verstehen, daß er an Anstalten mit ausgedehntem Chemieunterricht, wie an Oberrealschulen, wo die erforderlichen Apparate vorhanden sind, den Schülern einen Begriff von diesen Methoden beizubringen und erforderlichenfalls auch die Apparate zu handhaben vermag. Von einer eigentlichen Beherrschung der qualitativen und quantitativen Analyse ist aber abzusehen.

e) Dafür müßten in dem chemischen Praktikum für die Lehramtskandidaten die präparativen Arbeiten und vor allem und im Zusammenhang damit die Übungen in technischer Handfertigkeit, im Zusammenstellen und Aufbauen von Apparaten sowie im Anstellen von Demonstrationsversuchen in den Vordergrund treten, wie sie für den Schulunterricht, insbesondere auch für die in der Schule betriebenen praktischen Übungen, unerläßlich scheinen.

Es würde sich empfehlen, für diesen Zweck besondere Assistenten anzustellen, am besten solche, die selbst aus der Zahl der Lehramtskandidaten hervorgegangen sind.

f) Nach derselben Richtung haben sich an einigen Hochschulen die Seminarübungen bewährt, die in der Weise betrieben werden, daß der Dozent über ausgewählte Kapitel vorträgt und die Hörer gleichfalls zu freien Vorträgen mit Experimenten herangezogen werden.

g) Weitergehende Vorlesungen, wie das ausführliche Kolleg über organische Chemie, über analytische, physikalische und technologische Chemie, haben nur für diejenigen Kandidaten Bedeutung, die auf dem Gebiete der Chemie Spezialstudien treiben wollen. Für den Lehramtskandidaten im allgemeinen würden nur kurze, wöchentlich ein- bis zweistündige Vorlesungen auf den genannten Gebieten (in dem nachfolgenden Schema eingeklammert), bei der technischen Chemie auch Exkursionen in Betracht kommen, durch die er etwaige Lücken der allgemeinen Vorlesung ausfüllt.

B. Geologie (einschl. Mineralogie).

1. Allgemeines.

a) Wie bereits oben gesagt ist, haben die Meraner Lehrpläne zwar für den selbständigen geologischen und mineralogischen Unterricht selbst an den höheren Realanstalten nur eine verhältnismäßig kurze Zeit vorgesehen, aber sie setzen für den Unterricht in anderen in derselben Hand liegenden Lehrfächern so viel geologische oder mineralogische Kenntnisse voraus, daß das Hochschulstudium der Geologie und Mineralogie nicht minder gründlich betrieben werden darf, wie das der anderen an dieser Stelle behandelten Unterrichtsfächer.

b) Im allgemeinen wird dem Studium der Geologie die Beschäftigung mit der Mineralogie vorangehen. Wir behandeln daher die beiden Fächer in der angegebenen Reihenfolge.

2. Vom Hochschulunterricht in der Mineralogie.

a) Bereits das allgemeine Kolleg über Experimentalchemie wird dem Studierenden die wichtigsten Mineralien bei Besprechung des natürlichen Vorkommens der Grundstoffe und ihrer Verbindungen vorführen, über die chemische Zusammensetzung Aufschluß geben, wie auch das Wichtigste über die Kristallformen erwähnen.

b) Daneben ist zu wünschen, daß in einer besonderen Vorlesung die Mineralien in systematischer Zusammenfassung mit besonderer Rücksicht auf ihr Werden und Vergehen, ihre Formgestaltung, auf ihre Bedeutung für die Zusammensetzung der Gesteine und auf ihre technische Nutzung behandelt werden. Auch auf diesem Gebiete empfehlen wir den Gesichtspunkt, durch Kenntnis und Verständnis der umgebenden Natur die Grundlage für einen fruchtbaren Schulunterricht zu legen.

c) Diesem Ziele gegenüber kommen die eingehenden Vorlesungen über Kristallographie und Kristalloptik, wie sie an manchen Hochschulen üblich sind, für den Lehramtskandidaten als solchen kaum in Betracht; es empfiehlt sich, das Wichtigste über diese Teilgebiete in großen Zügen in der allgemeinen Vorlesung über Mineralogie zu behandeln; die Spezialvorlesungen haben nur für solche Kandidaten Bedeutung, die sich eingehend in dieses Gebiet vertiefen wollen.

d) Die aus dem Vorhergehenden sich ergebenden Gesichtspunkte empfehlen wir auch für die Einrichtung von praktischen Übungen für Lehramtskandidaten. Ein kleines Praktikum in einem Halbjahr dürfte ausreichen.

3. Vom Hochschulunterricht in der Geologie.

a) Für die Reihenfolge der hier erforderlichen Vorlesungen läßt sich schwerlich eine bestimmte, allgemein anerkannte Regel aufstellen. Die allgemeine Geologie setzt in einzelnen Kapiteln ein gewisses

Maß von Kenntnissen der historischen Geologie voraus, das Verständnis für die Aufeinanderfolge der Schichten aber wieder Vorkenntnisse von den umgestaltenden Kräften wie auch für den Begriff der Leitfossilien einige paläontologische Kenntnisse. Andererseits spielt in der Paläontologie bei Betrachtung der Fossilgruppen die Altersbestimmung eine Rolle. Die Schwierigkeit der Reihenfolge wird durch eine in sich abgeschlossene Behandlung eines jeden der drei genannten Kapitel am besten überwunden. Die Kommission empfiehlt nach reiflicher Erwägung die Ausbildung der Lehramtskandidaten auf den genannten Gebieten in folgender Anordnung.

α) Die allgemeine Geologie verdient als Disziplin von allgemeinstem Bildungswert vorangestellt zu werden. Es empfiehlt sich, in der Einleitung einige Erläuterungen über Zeiteinteilung und Zeitenfolge in der Geologie, über den Begriff des Leitfossils, der Formation usw. einzuschalten. Wegen der Umwandlungen der die Erdrinde zusammensetzenden Stoffe ist sie dem Chemiker unentbehrlich. Durch die Untersuchung der die Erdrinde beeinflussenden Kräfte und Vorgänge bietet sie die Grundlagen für das Verständnis der Oberflächengestaltung unseres Planeten und seiner Eigenschaften.

β) In der historischen Geologie (Formationskunde) darf es nicht als das Endziel betrachtet werden, durch Leitfossilien festgelegte Schemata der Aufeinanderfolge von Schichten zu lehren. Sie hat vielmehr die Aufgabe zu erfüllen, für die einzelnen durch Fossilien ihrer Altersfolge nach bestimmten geologischen Zeiten (Formationen) die Änderungen in der Oberflächengestaltung der Erde und die hierdurch hervorgerufene Verschiedenheit der Lebensbedingungen auf der Erde festzustellen, soweit sie durch die wechselnden Vergesellschaftungen von Fossilien ausgedrückt sind. Die Formationskunde wird erst hierdurch zu einer Lehre von der historischen Entwicklung der jetzigen Oberflächenformen der Erde und ihrer bionomischen Differenzierung; in Verbindung mit der allgemeinen Geologie wird sie bei dieser Behandlung auch dem Geographen unentbehrlich.

γ) Die Paläontologie bringt die Fossilien als Überreste von Pflanzen und Tieren in Zusammenhang mit den Systemen der Botanik und Zoologie unter Berücksichtigung ihrer zeitlichen Verbreitung. In Verbindung mit der historischen Geologie gibt sie den biologischen Unterrichtsfächern den Charakter historischer Wissenschaften.

b) Außer den Vorlesungen auf den genannten Gebieten empfehlen wir besondere praktische oder seminaristische Übungen für Lehramtskandidaten in den Instituten in petrographischer, geologischer und paläontologischer Hinsicht. Die Sammlungen der Institute sind selbstverständlich den Studierenden in liberalster Weise zugänglich zu machen. Daneben aber sind vor allem Exkursionen in die nähere und entferntere

Umgebung, wie sie ja auch überall üblich sind, als unentbehrliche Ergänzungen der Vorlesungen zu betrachten.

C. Biologie (Botanik und Zoologie nebst Anthropologie).

1. Vom Hochschulunterricht in der Botanik.

a) Die Aufgabe des Hochschulstudiums der Botanik ist zunächst die Übermittlung einer umfassendenden Pflanzenkenntnis und deren Vertiefung nach der morphologischen, physiologischen und biologischen Richtung.

Zu diesem Ziele empfiehlt die Kommission

α) ein allgemeines Kolleg über Morphologie und Systematik der Gefäßpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlich wichtigen Pflanzenformen;

β) eine zweite Vorlesung über Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter Berücksichtigung der wichtigsten biologischen Erscheinungen (Befruchtungsvorgänge, Beziehungen der Pflanzen zueinander und zu den Tieren);

γ) ein Kolleg über niedere Kryptogamen (Bryophyten und Thallophyten), insonderheit über die Bedeutung der niederen Lebewesen im Haushalte der Natur und für den Menschen.

Den Abschluß würde eine allgemeine biologische Vorlesung bilden, die auch in dem nächsten Abschnitt über das Hochschulstudium der Zoologie Erwähnung findet und die allgemeinen Existenzbedingungen der Lebewesen und damit im Zusammenhange die geographische Verbreitung der Pflanzen und Tiere zu behandeln hat.

b) Für die Vermittlung der Bekanntschaft mit der einheimischen Pflanzenwelt werden wie bisher die wissenschaftlichen Ausflüge in die nähere und entferntere Umgebung nutzbar zu machen sein.

Eine wichtige Aufgabe dieser Exkursionen besteht auch darin, daß durch Vorführung von ökologisch unterschiedenen Pflanzengruppen auf die Abhängigkeit der Pflanzenwelt von Standort und Bodenverhältnissen, von Jahreszeit und Klima oder auch vom Menschen, bezw. der Kultur hinzuweisen. Auf diesem Wege wird die biologische Heimatkunde zu einer anschaulichen Grundlage für das Verständnis der Pflanzengeographie.

Es wird sich ferner empfehlen, besondere Ausflüge zu veranstalten, um die Schutzmittel der Pflanzen gegen verschiedenartige äußere Einwirkungen, die Einrichtungen zur Verbreitung der Keime, die Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren und andere allgemein biologische Verhältnisse an geeigneten Objekten und Orten zu demonstrieren.

c) Im Anschluß an die so gewonnenen Anschauungen empfiehlt es sich, durch Demonstrationen in botanischen Gärten, Gewächshäusern und Pflanzenmuseen unter Vorführung von frischem und konserviertem

Material, durch pflanzengeographische Schilderungen und bildliche Darstellungen auch die Vegetation fremder Zonen dem Verständnis der Studierenden näher zu bringen.

d) Wie bei allen naturwissenschaftlichen Studien, so ist es auch hier von größter Bedeutung, daß der künftige Lehrer der Botanik sich so früh wie möglich an praktischen Übungen im Laboratorium oder in Seminaren beteiligt.

Als Mindestmaß muß für den Lehramtskandidaten auf diesem Gebiete zunächst ein Praktikum gewünscht werden, in dem die Handhabung des Mikroskops und der mikroskopischen Technik geübt wird. Es soll zugleich zum Studium des mikroskopisch-anatomischen Aufbaues der Pflanze aus Zellen und Geweben sowie zur Kenntnis der niederen Pflanzenformen verwertet werden. Außerdem verlangt es das Interesse des künftigen Schulunterrichts, daß auf der Hochschule eine hinreichende Übung im Anstellen von pflanzenphysiologischen Versuchen erworben wird. Mit diesem Praktikum, wie es an vielen Universitäten bereits besteht, sollen auch biologische Versuche und Beobachtungen verbunden werden.

Wie es bei den mikroskopischen Arbeiten bisher schon betrieben wird, sollte bei allen praktischen Übungen das Zeichnen nach der Natur in ausgiebigem Maße geübt werden.

Daß die gewöhnlichen Methoden der Konservierung von Pflanzen daneben gelernt werden, daß der botanische Garten sowie die vorhandenen Sammlungen den Studierenden zu ausgiebiger Benutzung geöffnet sind, erachten wir als selbstverständlich.

2. Vom Hochschulunterricht in der Zoologie nebst Anthropologie.

a) Der Hochschulunterricht in der Zoologie hat sich im Anschluß an die Probleme der wissenschaftlichen Forschung nach einer wesentlich anderen Richtung entwickelt als in der Botanik, und zwar hat sich diese Entwicklung für die Ausbildung von Lehramtskandidaten weniger günstig erwiesen. Die auf der Universität eingeführte, vorwiegend vergleichend-anatomische Behandlung des zoologischen Lehrstoffes dürfte trotz ihres anerkannt hohen, allgemein bildenden Wertes doch erst im Unterricht der oberen Klassen eine beschränkte Verwertung finden. In den mittleren und unteren Klassen wird es sich im wesentlichen um einen Überblick über die wichtigsten Formen der Tierwelt und zwar vorzugsweise der einheimischen Tierwelt und ihrer Lebensverhältnisse handeln, wobei auf dieser Stufe die Vergleichung der inneren Organisation hinter der Auffassung und Unterscheidung der äußeren Erscheinung zurücktritt.

An der Übung der Unterscheidung von Tierformen, beispielsweise an Kenntnis der für die Blütenbiologie so wichtigen Insekten, pflegt

es aber dem Lehramtskandidaten in der Regel mehr zu fehlen als an Pflanzenkenntnis.

Es ist ferner im Interesse des Schulunterrichts erwünscht, daß hinter der morphologischen Betrachtungsweise die physiologische nicht zurücksteht. Namentlich liegt es schon im Interesse der im Schulunterricht erwünschten hygienischen Belehrungen, daß bei der Behandlung des menschlichen Körpers die Lehre von den Stoffwechselvorgängen und die Physiologie des Nervensystems im Hochschulunterricht nicht zu kurz kommen.

b) Von den üblichen Vorlesungen empfehlen wir den Lehramtskandidaten vor allem die über systematische Zoologie und daneben das Kolleg über vergleichende Anatomie.

In der ersteren, die im Rahmen der natürlichen Verwandtschaft der Tierstämme einen allgemeinen Überblick bietet, würden einleitend neben einer kurzen Geschichte der zoologischen Wissenschaft auch die — in der Paläontologie noch zu erweiternden — Grundzüge der Entwicklungslehre (Deszendenztheorie) zu erörtern sein, während in der anderen auch die Grundzüge der Entwicklungsgeschichte (Embryologie) zu behandeln wären.

Eine eingehende Vorlesung über Embryologie dürfte nur für den Spezialisten in Betracht kommen.

Dagegen empfehlen wir für den Lehramtskandidaten ein der Kryptogamenkunde in der Botanik gleichzustellendes Kolleg über die für den Menschen besonders wichtigen niederen Tiere, insonderheit über Parasiten mit Einschluß der Blutparasiten, Landbau-, Forst- und Gartenschädlinge u. dgl.

c) Als Abschluß der biologischen Studien, gewissermaßen als Gegenstück zu dem in der Mathematik gewünschten abschließenden Kolleg, dürfte eine Vorlesung über die allgemeinen Existenzbedingungen der Lebewesen und der davon abhängigen geographischen Verbreitung von großer Bedeutung sein, womit die zur Zeit noch streng getrennten Disziplinen der Zoologie und Botanik mehr als bisher zu einer die Daseinserscheinungen aller Lebewesen unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachtenden Wissenschaft sich zusammenschließen würden.

d) Auch auf zoologischem Gebiete muß den Arbeiten im Laboratorium und der Teilnahme an etwaigen Seminarübungen eine den Vorlesungen mindestens gleichwertige Bedeutung zuerkannt werden.

Dem zoologischen Praktikum wird einmal die Aufgabe zufallen, durch Herstellung von Präparaten der Organsysteme verschiedener Tierformen und womöglich auch des menschlichen Körpers die Kunst der anatomischen Zergliederung zu üben. Gleichzeitig ist dieses Praktikum dazu geeignet, das von den Exkursionen mitgebrachte

faunistische Material an der Hand der Sammlungen des Instituts zu bestimmen.

Ein zweites Praktikum würde sich mit dem Gebrauch des Mikroskops und seiner Hilfsmittel beschäftigen. Seine Aufgabe wäre zunächst, die Kenntnis der wichtigsten Gewebearten zu übermitteln, darüber hinaus aber eine Anleitung zu geben, die wichtigsten Formen der niederen Tierwelt durch eigene Anschauung kennen zu lernen und selbständig zu bestimmen.

Auch hier liegt es im Interesse der Schärfung des Beobachtungsvermögens, daß die Studierenden Anleitung erhalten, bei allen praktischen Übungen nach dem natürlichen Objekt zu zeichnen.

Die Benutzung der zoologischen Sammlungen und etwa vorhandener Vivarien oder zoologischer Gärten denken wir uns in liberalster Weise geordnet.

e) Wie in der Botanik, müßten auch im zoologischen Hochschulunterricht ganz allgemein regelmäßige Exkursionen unternommen werden, die der Beobachtung der heimischen Tierwelt an ihrem natürlichen Aufenthaltsorte und in ihrer Lebensweise gewidmet sind. Von dem künftigen Lehrer wird man erwarten dürfen, daß er die häufigsten Formen der unsere Gewässer bevölkernden Fische, Mollusken, Crustaceen, aber auch die wichtigsten Landtiere, namentlich aus den Gruppen der heimischen Vogel- und Insektenwelt, und deren Bedeutung für den Menschen sowie im Haushalte der Natur kennt und ihr Leben und Treiben an ihrem natürlichen Wohnsitze zu beobachten gelernt hat. Wo es ausführbar ist, empfiehlt es sich sehr, den Besuch einer biologischen Station zur Erweiterung der Kenntnisse zu verwerten.

f) Für den Lehramtskandidaten der Biologie ist endlich die Kenntnis vom Bau des menschlichen Körpers und von den Verrichtungen seiner Organe selbstverständlich nicht zu entbehren.

Die in der Regel von der medizinischen Fakultät veranstalteten Vorlesungen über Anatomie und Physiologie sind aber für die Zwecke der Studierenden der Naturwissenschaften und für den Lehrerberuf viel zu ausführlich. Es muß daher der Wunsch ausgesprochen werden, daß eine abgekürzte Vorlesung gehalten wird, die in knapper Form das für den Lehramtskandidaten Wissenswerte darbietet. Ohne auf speziell medizinische Verhältnisse einzugehen, soll sie doch für die im Schulunterricht gewünschten hygienischen Belehrungen eine geeignete Grundlage bilden. Es läßt sich erwarten, daß eine solche Vorlesung über Anatomie und Physiologie des Menschen wegen ihres allgemeinen Interesses auch von Zuhörern aus anderen Fakultäten Zuspruch finden würde.

g) Ebenso würde es sich empfehlen, wenn von berufener Seite eine kurze Vorlesung über physische und psychische Anthropologie

mit Einschluß der prähistorischen Kulturepochen gehalten würde. Auch hier würde es gewiß nicht an hinreichendem Interesse und an einem zahlreichen Zuhörerkreise fehlen.

IV. Von den gemeinsamen Studien in Philosophie und Pädagogik. Allgemeine Bildung.

1. Gemäß der Prüfungsordnung werden die nach den verschiedensten Seiten auseinander gehenden Fachstudien der Lehramtskandidaten ergänzt durch gemeinsame Studien in Philosophie und Pädagogik, worüber nun Einiges gesagt werden mag. Es kann dabei nicht unser Zweck sein, irgendwie ins Einzelne zu gehen, sondern wir wünschen nur zu den hier hervorkommenden Fragen im allgemeinen Stellung zu nehmen.

2. Wir wollen vor allen Dingen aussprechen, daß wir auf diese gemeinsamen Studien, sofern sie zweckmäßig geleitet werden, den größten Wert legen; sie scheinen uns für das spätere Zusammenwirken der Fachlehrer an der Schule, auf welches es doch sehr wesentlich ankommt, eine besonders wichtige Grundlage.

3. Von philosophischen Gebieten nennt die Prüfungsordnung Geschichte der Philosophie, Logik und Psychologie. Wir nehmen an, daß diese Gebiete in den Universitätsvorlesungen nicht in schematischer Begrenzung, sondern in lebendiger Form zur Geltung gebracht werden sollen, welche den Kandidaten anleitet, über die besondere Bedeutung seiner Fachgebiete im Rahmen des Gesamterträgnisses wissenschaftlicher Arbeit eine klare und zutreffende Auffassung zu gewinnen. Wir empfehlen eben deshalb, diese Studien erst auf die zweite Hälfte der Studienzeit zu verlegen, wo der Kandidat neben reiferem Urteil bereits über einen umfassenden Stoff spezifischen Wissens verfügt.

4. Hinsichtlich des Universitätsstudiums der Pädagogik besteht zwischen den verschiedenen deutschen Staaten eine große Verschiedenheit. Während in Süddeutschland und in Sachsen die praktische Pädagogik mit ihrem Apparat von Lehrproben usw. mit in den Bereich der Universität gezogen ist, beschränkt man sich in Preußen auf eine allgemeine Darlegung der pädagogischen Fragen (Geschichte der Pädagogik) und überweist die praktische Ausbildung der Kandidaten den an geeigneten Schulen eingerichteten Seminaren. Auf solche Weise bleibt die Universitätszeit des Kandidaten ausschließlich für die wissenschaftliche Grundlegung der späteren Berufstätigkeit reserviert.

5. Wir haben es für richtig gehalten, uns in dieser Hinsicht dem preußischen System anzuschließen, wie wir denn unten in Abschnitt IX noch ausführlicher von den Seminaren an den höheren Schulen handeln werden. Dies schließt nicht aus, daß wir ein allgemeines Eingehen auf die pädagogischen Grundfragen an der Universität, insbesondere

auch seitens geeigneter Vertreter der einzelnen mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen, für sehr willkommen halten, und dies um so mehr, als die genannten Seminare noch nicht überall die allseitige wissenschaftliche Durchbildung erreicht haben dürften, die wir von ihnen verlangen möchten. — Eine sehr wichtige Rolle spielt neuerdings bekanntlich auch die Beziehung zwischen Pädagogik und Psychologie, doch möchten wir eine eingehendere Beschäftigung hiermit lieber dem eventuellen Spezialstudium des Kandidaten vorbehalten.

6. Wir erachten es als durchaus selbstverständlich, daß jeder Kandidat über die vorbezeichneten philosophischen und pädagogischen Studien hinaus im Interesse seiner allgemeinen Bildung auf der Hochschule Anregungen der mannigfachsten Art suchen und in sich aufnehmen soll. Wir möchten dabei aber den Begriff der allgemeinen Bildung nicht zu eng fassen. Für den Kandidaten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer werden ja zunächst die philologisch-historischen Gebiete in Betracht kommen, aber auch die Teilnahme an geeigneten medizinischen Vorlesungen, z. B. über die für den Schulbetrieb so wichtige Hygiene, kann unter Umständen sehr empfehlenswert sein. Hier mag jeder seinen individuellen Neigungen folgen; wir halten es für untunlich, etwas Bestimmtes vorzuschreiben, wir tragen der Sache in den sofort mitzuteilenden Studienschemata nur insofern Rechnung, als wir für die in Rede stehenden Vorlesungen (und zwar in der ersten Hälfte der Studien) ausdrücklich Zeit freilassen.

V. Schemata für die generellen Studien der beiden Gruppen.

A. Einleitendes.

1. Um uns zu überzeugen, ob und in welcher Weise die verschiedenen in den Abschnitten II bis IV erhobenen Forderungen und Ratschläge miteinander verträglich sind, haben wir nicht unterlassen wollen, für die beiden Gruppen Mathematik-Physik und Chemie-Biologie probeweise Studienschemata (für die „generellen“ Studien) aufzustellen, die hier mitgeteilt werden sollen. Wir möchten damit einen Anstoß zur eingehenden Diskussion der ganzen Frage der Studienordnung seitens der nächstbeteiligten Kreise geben. Es handelt sich dabei um etwas viel Schwierigeres als um die zweckmäßige Ausgestaltung des einzelnen Studienfachs, nämlich um die weitgehende Beschränkung, welche das einzelne Fach sich auferlegen muß, damit andere, ebenso wichtige Fächer neben ihm genügenden Platz haben. In der Tat wird wahrscheinlich jeder Fachmann, der die folgenden Schemata zum ersten Male durchsieht, über ungebührliche Einengung der für ihn durchaus erforderlichen Stundenzahl klagen; möge er im Sinne der Abgleichung eine bessere Zeiteinteilung vorschlagen.

2. Diese Schemata beziehen sich, wie wir hier noch einmal ausdrücklich bemerken, nur auf diejenigen grundlegenden Studien, die nach unserer Auffassung allen Studierenden der in Betracht kommenden Gruppe gemeinsam sein sollten, also auf das, was wir in Abschnitt I B die generellen Studien genannt haben. Über den sich anschließenden speziellen Teil der Studien werden wir in Abschnitt VI und VII noch Genaueres sagen. Den Umfang der generellen Studien haben wir, wie schon gesagt, mit sechs Semestern in Ansatz gebracht. Allerdings fürchten wir, daß manche Studierende zur Absolvierung des Stoffs eine etwas längere Zeit gebrauchen werden. Wir denken dabei nicht etwa nur an Fälle von wirklichem Unfleiß, sondern auch an äußere Störungen der mannigfachsten Art, wie sie z. B. schon durch den gelegentlichen Wechsel der Hochschule (der an sich doch etwas sehr Nützliches ist) herbeigeführt werden können.

3. Es hat uns besonders daran gelegen, die Zeit der Studierenden durch unsere Schemata nicht zu sehr zu belasten. Wir betrachten es durchaus als notwendig, daß der Student nicht nur in den Hörsälen und Laboratorien, sondern auch für sich zu Hause arbeitet und sich so zu einer selbständigen wissenschaftlichen Persönlichkeit entwickelt. Wir wollen ihm auch Freiheit lassen, seine Studien von vornherein nach der einen oder anderen Seite nach eigenem Ermessen auszudehnen. Unsere Schemata dürften, Vorlesungen und Seminare zusammen gerechnet, für die höheren Semester eine Belastung von 3 bis 4 Stunden täglich bedeuten (wozu dann noch die eine größere Stundenzahl in Anspruch nehmenden, aber im allgemeinen auch weniger anstrengenden Praktika treten). Für die Anfangssemester ist die aus dem Schema hervorgehende Belastung sogar noch geringer, weil wir aus dem bereits angegebenen Grunde die vierte Spalte (allgemeine Studien) überhaupt unbesetzt gelassen haben.

4. Im übrigen machen wir noch besonders darauf aufmerksam, daß die von uns umgrenzten generellen Studien, falls anders Geologie mit Mineralogie nach unserem obigen Vorschlag (Abschnitt III A) als besonderes Fach in die Prüfungsordnung eingesetzt wird, in jeder Gruppe drei Fächer der Prüfungsordnung in sich schließen, womit dieMöglichkeit der Erwerbung eines vollen Oberlehrerzeugnisses gegeben erscheint. Eben darum können wir unter VI bei der Besprechung der sogenannten Spezialstudien von einer Ausdehnung dieser Studien auf andere Gebiete absehen und eine bloße Vertiefung derselben nach irgendeiner besonderen Richtung empfehlen.

B. Schema für die generellen Studien in Mathematik-Physik.

Wir bringen folgendes Schema in Vorschlag:

Semester	Fachstudien			Allgemeine Studien
1.	Differential- und Integralrechnung I	Analytische Geometrie	Experimentalphysik I	
	Übungen, Praktika und Seminare			
2.	Differential- und Integralrechnung II	Darstellende Geometrie (mit projektiver Geometrie)	Experimentalphysik II	
	Übungen, Praktika und Seminare			
3.	Differentialgleichungen	Elementarmechanik mit graphischen und numerischen Methoden	Einleitung in die Chemie	
	Übungen, Praktika und Seminare			
4.	Algebra mit Zahlentheorie	Kurven und Flächen	Höhere Mechanik	Geschichte der Philosophie und Pädagogik
	Übungen, Praktika und Seminare			
5.	Funktionentheorie	Vermessungswesen mit Wahrscheinlichkeitsrechnung	Theoretische Physik I	Logik
	Übungen, Praktika und Seminare			
6.	Zusammenfassende Vorlesung	Astronomie mit Geophysik	Theoretische Physik II	Psychologie
	Übungen, Praktika und Seminare			

Wir haben zu diesem Schema, indem wir übrigens auf die unter III gegebenen Erläuterungen verweisen, nur noch die Bemerkung zu machen, daß die Reihenfolge der Fächer, welche wir in der ersten und zweiten Spalte, vom dritten Semester beginnend, eingetragen haben, nach dem früheren an sich sehr willkürlich ist; keine Universität wird auch in der Lage sein, alle die genannten Vorlesungen in jedem Jahre zu bieten; wir raten also dem Studierenden, die einzelne Vorlesung so mitzunehmen, wie gerade Gelegenheit ist.

Übrigens bemerken wir noch ausdrücklich, daß dies Schema B, ebenso wie das folgende C, nur ein Beispiel dafür sein soll, wie man die Sache machen könnte; es liegt uns durchaus fern, irgendwie bestimmte Vorschriften aufzustellen.

C. Schema für die generellen Studien in Chemie-Biologie.

Wir haben uns auf folgende Zusammenstellung geeinigt:

Semester	Fachstudien			Allgemeine Studien	Semester
1.	Experimentalchemie I	Experimentalphysik I	Morphologie und Systematik der Gefäßpflanzen mit Exkursionen		Sommer
	Übungen, Praktika und Seminare				
2.	Experimentalchemie II	Experimentalphysik II	Pflanzenanatomie und -physiologie		Winter
	Übungen, Praktika und Seminare				
3.	Mineralogie	Allgemeine Geologie	Systematische Zoologie mit Exkursionen		Sommer
	Übungen, Praktika und Seminare				
4.	(Physikalische Chemie)	Kryptogamenkunde mit Exkursionen	Ausgewählte Kapitel aus der Biologie der niederen Tiere	Geschichte der Philosophie und Pädagogik	Winter
	Übungen, Praktika und Seminare				
5.	(Technologische Chemie)	Historische Geologie mit Exkursionen	Vergleichende Anatomie und Physiologie der Tiere	Logik	Sommer
	Übungen, Praktika und Seminare				
6.	Allgemeine Biologie. Tier- u. Pflanzengeographie	Paläontologie. Anthropologie mit Einschluß der prähistorischen Kulturepochen	Anatomie u. Physiologie des Menschen	Psychologie	Winter
	Übungen, Praktika und Seminare				

Wir haben Wert darauf gelegt, in dem vorstehenden Schema die Zahl der Vorlesungen möglichst gleichmäßig auf die anorganischen und organischen Disziplinen zu verteilen. Im übrigen gelten für das Schema die gleichen Bemerkungen wie für B; wir verweisen außerdem wiederholt auf die Erläuterungen des unter III gegebenen Textes.

VI. Abschluß der Studienzeit:

A. Spezialstudien, Doktorpromotion, Assistentenstellung.

1. Wir haben, wie wir schon andeuteten, die Dauer der generellen Studien in den vorstehenden Schematen auf nur 6 Semester angesetzt, damit der fleißige Student bei einer Gesamtdauer seiner Studien von

8—10 Semestern Zeit behält, diese Studien nach individueller Richtung zu vervollständigen. Es wird sich in erster Linie um Vertiefung seiner Studien auf irgend einem besonderen Arbeitsgebiet handeln („Spezialstudien"), wobei gegebenenfalls als Abschluß die Doktorpromotion erreicht wird. Anders veranlagte Naturen werden eine zweckmäßige (nicht zu weit gehende) Erweiterung der durch unsere Schemata umschriebenen Fachstudien anstreben. Hierauf kommen wir unter VII zurück; es soll sich hier zunächst um die eigentlichen Spezialstudien handeln.

2. Die Richtung der Spezialstudien muß von Neigung und Gelegenheit in freiester Weise abhängig gedacht werden. Man wird sich dabei als allgemeine Regel wünschen, daß im Durchschnitt die verschiedenen Arbeitsgebiete gleichmäßig nebeneinander zur Geltung kommen sollen — von der theoretischen Mathematik bis hin zu rein beobachtenden Naturstudien. Der spätere Lehrkörper der höheren Schulen soll eben nach Möglichkeit die verschiedensten wissenschaftlichen Interessen umschließen.

3. Wir halten, was die Doktorpromotion angeht, durchaus an dem Prinzip der individuellen wissenschaftlichen Leistung fest. Talent und ein gewisses Ausmaß an Zeit sind also notwendige Vorbedingungen, doch warnen wir vor Übertreibungen. Wenn ein Kandidat von vornherein gezwungen sein soll, auf die Fertigstellung seiner Dissertation bis zu vier Semester zu verwenden, so ist das entschieden zu viel; zwei Semester sollte bei Begabung und Fleiß der Durchschnitt sein. Andererseits sollte die Dissertation nicht zu früh begonnen werden, sondern erst dann, wenn ein Gesamtüberblick über die Bedeutung und Ausdehnung des in Betracht kommenden Gebietes gewonnen ist.

4. Der durch die Promotion gewonnene Ansatz zu größerer wissenschaftlicher Selbständigkeit kann wesentlich vervollständigt werden durch zeitweise Übernahme einer Assistentenstelle an einem wissenschaftlichen Institut. Die Dauer einer solchen Stellung sollte aber nicht mehr betragen als ein oder zwei Jahre, damit der Kandidat seinem späteren Beruf nicht entfremdet wird. Auch sollte die Assistentenstellung sich zweckmäßigerweise unmittelbar an die Studienzeit anschließen, so daß also der Zusammenhang mit dem Wissenschaftsbetrieb der Hochschule nicht zwischendurch unterbrochen ist. In Verbindung hiermit befürworten wir eine Abänderung der (in Preußen) zur Zeit geltenden einschlägigen Bestimmungen. Nach diesen Bestimmungen wird nämlich die Assistentenzeit nur dann auf die Anciennität angerechnet, wenn der Kandidat schon vorher sein Seminar- und Probejahr absolviert hat; wir befürworten, daß eine Anrechnung auch erfolgen möge, wenn nur das Lehramtsexamen selbst vorher erledigt ist und Seminar- und Probejahr erst hinterher abgelegt werden.

VII. Abschluß der Studienzeit: B. Erweiterung des Studiengebietes durch Aufnahme von Nachbarfächern.

1. Die Richtung, in der die etwaige Erweiterung der durch unsere Schemata definierten Lehrbefähigung gesucht werden kann, wird zweckmäßigerweise auch wieder in hohem Maße von individuellen Momenten, insbesondere der Veranlagung des Kandidaten, abhängen. Wir wünschen hier aber auf solche Kombinationen besonders aufmerksam zu machen, welche nach der inneren Beziehung der zu verbindenden Wissensgebiete wie auch nach dem Bedürfnis der Schule besonders erwünscht erscheinen.

2. Da ist erstlich die Verbindung Physik-Chemie. Der Wissenschaftsbetrieb der Physik ist von Hause aus durch das Vorbild der theoretischen Astronomie stark beeinflußt worden, derjenige der Chemie ruht sehr viel mehr auf direkt experimenteller Grundlage. Aber ebensowenig kann zweifelhaft sein, daß Physik und Chemie nur zwei Seiten eines im Grunde einheitlichen Gegenstandes vorstellen, und daß diese zwei Seiten im Fortgang der Forschung immer mehr zur Deckung gelangen werden. Es scheint daher sehr erwünscht, daß es Kandidaten gibt, welche ihre mathematisch-physikalischen Studien nach chemischer Seite, — oder auch umgekehrt ihre chemisch-biologischen Studien nach physikalischer Seite — eingehend vervollständigen. Auch hat sich ein Bedürfnis nach derartig vorgebildeten Kandidaten, insbesondere an größeren Anstalten, herausgestellt.

3. Wir empfehlen ferner für die ev. Erweiterung des Studiengebietes a) die philosophische Propädeutik, b) die Geographie. So verschiedenartig diese beiden Fächer unter einander sind, so gilt von ihnen doch gemeinsam, daß bei ihnen Mathematik und Naturwissenschaft in einen weiteren Rahmen gefaßt werden, innerhalb dessen sie in lebendige Beziehung zu anderen Wissensgebieten treten. Wir wünschen, daß bei diesem Zusammenwirken die große und eigenartige Bedeutung unserer Fächer nicht verkümmert, sondern sachgemäß zur Geltung gelangt. Wir empfehlen daher dringend, daß sich eine nicht zu kleine Zahl mathematisch-naturwissenschaftlicher Kandidaten den genannten Studien zuwende, und zwar gilt dies von den Kandidaten der mathematisch-physikalischen Richtung in gleicher Weise wie von denen der chemisch-biologischen. Erstere mögen noch besonders auf die Bedeutung aufmerksam gemacht sein, welche die angewandte Mathemathik für den künftigen Geographen besitzt.

4. Die vorstehende Empfehlung philosophischer wie geographischer Studien steht in Übereinstimmung mit der Stellungnahme, die wir in unseren Meraner Lehrplänen vom Standpunkt der Schule aus zu diesen Fächern genommen haben. Wir wiederholen: Weder Philosophie, noch

Geographie sind als solche den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zuzurechnen, sie verweben vielmehr gewisse Teile mathematisch-naturwissenschaftlicher Erkenntnis mit den Ergebnissen anderer Wissensgebiete. Es konnte daher nicht unsere Aufgabe sein, über die Ausgestaltung der beiden Fächer an der Schule bestimmte Vorschläge zu machen, wie wir denn auch hier nicht auf die Gliederung ihres Hochschulbetriebs eingehen. Wir mußten uns vielmehr (und müssen uns auch hier) darauf beschränken, auf die hohe Bedeutung beider Fächer von unserem Standpunkte aus hinzuweisen.

VIII. Lehramtsexamen.

1. Wir stellen hier zunächst diejenigen Wünsche auf Abänderung der Prüfungsordnung zusammen, die sich nach dem Früheren ergeben:

a) Mathematik und Physik. Wir befürworten, daß in das Examen der angewandten Mathemathik sinngemäße Anforderungen betr. Astronomie (nebst Geophysik) mit aufgenommen werden. Beiläufig befürworten wir der Gleichförmigkeit wegen (indem die angewandte Mathematik neben reiner Mathematik und Physik als normaler Bestandteil des Examens gelten soll), daß für angewandte Mathematik im gegebenen Falle ebenso die zweite Stufe erteilt werden möge wie für andere Fächer.

b) Chemie und Biologie. Wir beantragen, die Mineralogie von der Chemie abzulösen und Geologie und Mineralogie als besonderes Fach neu einzusetzen. Wir beantragen ferner, die Bestimmung aufzuheben, nach der für Zoologie und Botanik (die als ein Fach gelten) schon dann die erste Stufe erteilt werden kann, wenn nur für eines der beiden Gebiete die entsprechenden Kenntnisse erbracht sind.

2. Ferner erklären wir, daß wir, was die sogenannte allgemeine Prüfung angeht, uns dem vielfach geäußerten Wunsche anschließen, es mögen aus der allgemeinen Prüfung diejenigen Bestandteile entfernt werden, die nur eine Wiederholung gewisser Teile des Abiturientenexamens darstellen. Es ist nicht abzusehen, warum gerade beim Oberlehrer diese Gebiete noch einmal geprüft werden sollen, die doch in das Examen keiner anderen Beamtenkategorie, wo sie ebensowohl verlangt werden könnten, eingesetzt sind. Auf die Beibehaltung einer allgemeinen Prüfung in Philosophie und Pädagogik legen wir dagegen, nach dem Früheren, das größte Gewicht; beide Fächer haben für die spätere Berufstätigkeit des Kandidaten eine spezifische Bedeutung; wir wünschen bei der Ausführung des Examens selbstverständlich alles zurückgedrängt, was bloß gedächtnismäßige Aneignung voraussetzt.

3. Allgemein wünschen wir, daß das Oberlehrerexamen nach Möglichkeit der individuellen Leistung des einzelnen Kandidaten gerecht wird. Das Ergebnis etwaiger Spezialstudien wird sich, falls eine

Dissertation noch nicht vorliegt, durch eine zweckmäßig gestellte schriftliche Arbeit feststellen lassen. Im übrigen empfehlen wir, daß der Kandidat Belege über seine Beteiligung an Übungen und Seminaren sowie Protokolle der von ihm besuchten Praktika, ev. auch Zeugnisse über abgelegte Semestralprüfungen (Fleißzeugnisse u. dgl.) seiner Meldung zum Examen beilegt. Die Examinatoren sind dann in der Lage, sich ein sehr viel zutreffenderes Bild von der Arbeitsweise des Kandidaten zu machen als ohne dieses Hilfsmittel. — Für die Einrichtung eines eigentlichen Zwischenexamens, die bekanntlich von vielen Seiten empfohlen wird, hat sich die Kommission nicht entscheiden mögen; sie fürchtet allerlei minder erwünschte Nebenwirkungen.

4. Als Examinatoren sollten nach unserer Meinung im Prinzip nur die Fachvertreter an der Hochschule, und diese in größerer Zahl neben einander, wirken. Nicht nur, weil sie allein in der Lage sind, den Kandidaten aus persönlichem Verkehr wissenschaftlich zu kennen, sondern namentlich auch, weil sie allein die wechselnden und immer fortschreitenden Bedingungen des Hochschulbetriebes lebendig vor Augen haben. Ein richtig gehandhabtes Examen seitens der Fachvertreter dürfte in der Tat nicht nur im Resultat zutreffender sein als dasjenige fremder Examinatoren, sondern auch — weil die Fachvertreter weniger in bestimmten Formulierungen befangen sein werden als fremde Examinatoren — für den Kandidaten leichter und angenehmer.

5. Freilich muß die Gefahr vermieden werden, daß die Fachexaminatoren Spezialkenntnisse in ihrem Fache auch dann verlangen, wenn nach Lage der Sache beim Kandidaten von Spezialisierung nicht die Rede sein kann. Dem mag das Zusammenwirken verschiedener Examinatoren entgegentreten. Im übrigen geben wir der Hoffnung Ausdruck, daß Auseinandersetzungen wie die gegenwärtige zur Abstellung etwa hier und da vorhandener Übelstände einiges beitragen möchten.

IX. Pädagogische Seminare an den höheren Schulen. Wissenschaftliche Fortbildung.

1. Wir legen auf die Einrichtung der pädagogischen Seminare an den höheren Schulen, sofern sie die Hochschulstudien durch unmittelbare Einführung in die Praxis des Lehrberufs ergänzen und zugleich entlasten, das größte Gewicht. Es wird aber verschiedentlich darüber geklagt, daß die Kandidaten der Mathematik und Naturwissenschaften mancherorts, weil es an fachmännischer Leitung fehlt, auf ihren Gebieten nicht genügend ausgebildet werden, andererseits wieder, daß sie sehr häufig, wenn Mangel an Lehrkräften herrscht, von vornherein mit voller Pflichtstundenzahl belastet werden, wodurch der Zweck des Seminarjahres offenbar illusorisch wird.

2. Wir verlangen vom Seminarbetrieb sowohl eine allgemeine Einführung der Kandidaten in ihren Beruf, als eine besondere in den Betrieb der ihnen anzuvertrauenden Fächer. Es ist uns u. a. der beachtenswerte Vorschlag gemacht worden, der Kandidat solle zwar an einer Anstalt seine Hauptvorbildung erhalten, aber dann noch eine Reihe Anstalten von verschiedenem Typus nach einander besuchen. Ferner wird von sachverständiger Seite besonders betont, es müsse durch besondere Dotierung der Seminare dafür Sorge getragen werden, daß den Seminarkandidaten eine didaktische Handbibliothek zur Verfügung steht, die ebensowohl für ihre allgemeine pädagogische Ausbildung, als für das Studium der Unterrichtsaufgaben ihrer besonderen Lehrfächer brauchbar ist. Wir fügen hier, statt weiterer besonderer Ausführungen, nur noch die sehr bemerkenswerten Vorschläge an, die uns von physikalischer Seite gemacht werden; diese Vorschläge dürften in sinngemäßer Übertragung auch für die übrigen Naturwissenschaften und insbesondere auch für Mathematik unmittelbare Bedeutung haben.

3. Die erwähnten Vorschläge lauten: „Es scheint erforderlich, daß ein systematischer Kursus von Übungen im Gebrauch physikalischer Apparate und in ihrer unterrichtsgemäßen Vorführung eingerichtet wird. Auch ein Kursus im Anstellen und Leiten physikalischer Schülerübungen wird um so mehr ein Bedürfnis werden, je mehr diese Übungen an den höheren Lehranstalten Eingang finden Damit diese Kurse den damit bezweckten Erfolg haben, wird die Ausrüstung der betreffenden Lehranstalt mit geeigneten Sammlungen nötig sein, da die gewöhnlichen Schulsammlungen in der Regel dem hier egenden Bedürfnis nicht genügen. Sollte es an einzelnen Orten vor Begründung der von mehreren Seiten empfohlenen Schulmuseen kommen, so würden diese auch für die Ausbildung von Lehramtskandidaten nutzbar gemacht werden können. Die damit verwandte, von dem preußischen Unterrichtsministerium getroffene Einrichtung der ‚Alten Urania' in Berlin, die speziell auch der Ausbildung von Lehramtskandidaten dient, bedeutet, so schätzenswert sie auch ist, doch erst einen Anfang in dieser Richtung. Zu wünschen wäre die Begründung ähnlicher Anstalten in anderen Provinzen, ohne daß dadurch die Ausstattung einzelner Lehranstalten für den gleichen Zweck in der vorher angedeuteten Weise überflüssig gemacht würde."

4. Ein weiteres Stück aus dem positiven Programm, das wir nach allen Richtungen im Seminarbetrieb zur Geltung gebracht wünschen, würde sein, daß eine geeignete Einführung in die Schulhygiene gegeben wird (wobei neben den Fragen der allgemeinen Gesundheitspflege auch geeignete Probleme der Psychiatrie, Neurologie und inneren Medizin, sowie die gesetzlichen Bestimmungen zu berühren sein werden). An manchen Orten wird freilich keine Persönlichkeit vorhanden sein, welche diesen Unterricht in sachverständiger Weise zu geben vermag; die

Aufgabe der hygienischen Instruktion würde dann der wissenschaftlichen Fortbildung des angehenden Lehrers zufallen, worüber noch Einiges allgemein gesagt werden mag.

5. Als notwendiges Hilfsmittel zur wissenschaftlichen Fortbildung ist das Vorhandensein geeigneter Bibliotheken anzusehen, woran es nur zu sehr fehlt (indem die meisten Schulbibliotheken gerade in mathematisch-naturwissenschaftlicher Literatur sehr kümmerlich bestellt sind).

Wir nennen ferner als besonders anregend die naturwissenschaftlichen Ferienkurse, wie sie seit nun 15 Jahren an einer immer wachsenden Zahl von Universitäten abgehalten werden. Die Kommission wünscht eine noch weitergehende Vermehrung dieser Kurse, verbunden mit Maßnahmen, welche den in der Praxis stehenden Lehrern die Teilnahme erleichtern (obligatorische Kurse bei geeigneter Beurlaubung und finanzieller Unterstützung der Teilnehmer). Dabei sollte das Gebiet dieser Kurse noch nach verschiedenen Seiten erweitert werden. Wir sprachen bereits von der Einbeziehung der Hygiene. Nach anderer Seite erscheint es dringend erwünscht — und zwar gerade auch im Hinblick auf die von der Kommission vertretenen Reformvorschläge, — daß an einer größeren Zahl von Stellen als bisher auch die Mathematik in die Kurse mit einbezogen wird. Wir können es ferner nur begrüßen, wenn Ferienkurse für die Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaften, wie es neuerdings empfohlen wurde, auch an Technischen Hochschulen eingerichtet werden.

6. Mit den genannten Hilfsmitteln allein wird aber das Bedürfnis nach wissenschaftlicher Fortbildung noch nicht gedeckt. Die Kommission möchte nicht unterlassen, insbesondere zu empfehlen, daß geeigneten Lehrern zum Zwecke ihrer Fortbildung in liberaler Weise Urlaubsemester gewährt werden. In den historisch-philologischen Disziplinen geschieht dies bereits in ziemlich weitem Umfange, sei es, daß es sich um den Besuch von Museen und Bibliotheken oder historisch merkwürdigen Stätten, oder um die Aneignung fremder Sprachen, überhaupt das Kennenlernen ausländischer Verhältnisse handelt. Aber genau entsprechende Bedürfnisse liegen auch auf mathemathisch-naturwissenschaftlicher Seite vor. Man bedenke z. B., welche Wichtigkeit es für den Biologen, Geologen oder naturwissenschaftlichen Geographen besitzt, charakteristische Formationen, Floren und Faunen, namentlich auch biologische Stationen aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Der Physiker und Chemiker (oder auch der Mathematiker) wird aus dem Studium eigenartiger Betriebe einen ähnlichen Nutzen ziehen, und für sie alle wird zum mindesten das Studium der auswärtigen Unterrichtsverhältnisse überaus anregend sein.

7. Die philologisch-historischen Fächer sollten uns auch in der Hinsicht Vorbild sein, als bei ihnen die Fühlung zwischen den Vertretern der höheren Schule und den Hochschullehrern niemals so

vollständig verloren gegangen ist, wie durchgängig bei uns. Die Kommission wird jede Maßregel begrüßen, die geeignet scheint, die Bestrebungen auf erneuten Anschluß, die in dem letzten Jahrzehnt hervorgetreten sind, zu kräftigen, das zerrissene Band wieder anzuknüpfen.

X. Statistik.

1. Die Kommission erachtet es nicht als ihre Aufgabe, auf die mannigfachen und berechtigten Standesfragen einzugehen, welche die Kreise der Oberlehrer bewegen. Sie will aber aussprechen, daß sie in dieser Hinsicht — schon im Interesse ihrer Reformvorschläge — jede Maßregel willkommen heißt, die geeignet ist, dieser Laufbahn einen tüchtigen und leistungsfähigen Nachwuchs zu sichern. Darüber hinaus möchte sie auf einen besonderen Mißstand hinweisen, der tief in den Hochschulbetrieb, bezw. die Hochschulausbildung der heranwachsenden Lehramtskandidaten eingreift. Das sind die überaus großen Schwankungen, denen die Zahl unserer Studierenden unterliegt. Die Folge ist, daß zeitweise die tüchtigsten Kandidaten lange Jahre unbeschäftigt warten müssen, ehe sie eine Anstellung finden, und man bald danach gezwungen ist, zur Besetzung wichtiger Stellen auf noch unfertige Kandidaten zurückzugreifen. Die Gründe dieser Schwankungen sind nicht ganz klar gestellt; jedenfalls möchte man glauben, daß es sich dabei nicht nur um die mechanische Wirkung des Gesetzes von Angebot und Nachfrage in Verbindung mit der leider immer dazu kommenden Phasenverzögerung handelt. Wie aber auch diese Dinge liegen mögen, so viel ist deutlich, daß ein geordneter, in kurzen Intervallen zu publizierender statistischer Nachweis hier wie bei anderen Fragen von segensreicher Bedeutung sein müßte.

2. Aber nur ein Teil der erforderlichen Statistik wird seither (durch das Zusammenwirken der amtlichen Stellen mit privater Initiative) in befriedigender Weise bearbeitet, nämlich die Zahl der alljährlich geprüften Kandidaten, der Seminarmitglieder und der im höheren Schuldienst erfolgten Anstellungen. Dagegen liegt die Hochschulstatistik, d. h. der Nachweis über die Zahl der jeweils für uns in Betracht kommenden Studierenden, noch sehr im argen; die Personalverzeichnisse unserer Hochschulen scheinen weder hinreichend eingehend, noch mit einander hinreichend vergleichbar, um in dieser Hinsicht weitere Schlüsse ziehen zu können. Und wiederum ist die Zahl der zur Deckung des Bedürfnisses erforderlichen Studierenden bislang sehr schwer abzuschätzen. Es handelt sich nicht nur darum, daß ein bedeutender Abgang in andere (z. B. technische) Berufe stattfindet, sondern auch um die beständige Zunahme der Unterrichtsanstalten, welche akademisch geschulte Lehrkräfte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Richtung gebrauchen. Zu den in

starker Vermehrung begriffenen höheren Schulen (wie sie die Statistik gewöhnlich allein betrachtet) treten die zahlreichen, für die verschiedensten Berufe bestimmten Fachschulen, dann die Hochschulen verschiedener Art, neuerdings die grundsätzlicher Neugestaltung entgegenstrebenden höheren Schulen für Mädchen. Die Kommission würde es als einen besonders wichtigen Fortschritt begrüßen, wenn über die verschiedenen hier aufzuwerfenden Fragen von sachverständiger Seite zusammenfassende und zugleich vorausblickende Berichte in regelmäßigen Zwischenräumen veröffentlicht werden möchten.

XI. Zusammenstellung der von uns gewünschten Neueinrichtungen an den Universitäten.

Wir wiederholen hier, was in den vorhergehenden Nummern an Wünschen betreffend die Einrichtungen für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht an den Universitäten hervorgetreten ist.

1. Bei den Naturwissenschaften handelt es sich nicht sowohl um Neuschaffung von Instituten, als um zweckmäßige Erweiterung ihrer Einrichtung im einzelnen, entsprechend der empfohlenen Umgestaltung des Unterrichtsbetriebes. Wir erwähnen im einzelnen:

a) In der Physik wünschten wir eine Modernisierung der einleitenden Vorlesung über Experimentalphysik, mehr Fühlung mit den technischen Anwendungen und vor allen Dingen eine den Bedürfnissen des Lehramtskandidaten angepaßte Ausgestaltung der physikalischen Praktika.

b) In der Chemie ging unser Wunsch gleichfalls auf eine zweckentsprechende Gestaltung der allgemeinen Vorlesung, insbesondere aber auf Einrichtungen im Laboratoriumsbetrieb, die auf die künftige Lehrtätigkeit des Kandidaten und besonders auf die von ihm zu leitenden Schülerübungen Rücksicht nehmen.

c) Desgleichen befürworteten wir in der Geologie und namentlich in der Mineralogie in den Vorlesungen wie auch in den praktischen Übungen eine größere Berücksichtigung der Ziele des Unterrichts an den höheren Schulen.

d) In den biologischen Fächern bezog sich unser Wunsch zunächst in dem Gebiete der Botanik auf möglichst ausgedehnte Pflege der Übung im Anstellen von pflanzenphysiologischen Versuchen, zumal dieselben geeignet sind, auch in den praktischen Schülerübungen Verwendung zu finden.

e) Ein zweiter Wunsch bezog sich darauf, das Zeichnen nach der Natur in allen praktischen Übungen auf biologischem Gebiet zu pflegen.

f) Wir wünschten ferner, in ähnlicher Weise, wie es im botanischen Hochschulunterricht bisher schon üblich gewesen ist, auch auf zoo-

logischem Gebiet im Anschluß an die Vorlesung über Systematik des Tierreichs regelmäßige Exkursionen, die der Beobachtung der heimischen Tierwelt an ihrem natürlichen Aufenthaltsort gewidmet sind.

g) Bei dem Studium der Zoologie befürworteten wir weiter, daß in den Vorlesungen neben der anatomischen auch die physiologische Betrachtung zur Geltung kommt,

h) daß insbesondere auch eine Vorlesung über die Anatomie und Physiologie des Menschen in einem für Lehramtskandidaten angemessenen Umfang gehalten wird,

i) desgleichen eine Vorlesung über die physischen und ethnologischen Verschiedenheiten des Menschengeschlechts (Anthropologie) mit Einschluß der prähistorischen Kulturepochen und schließlich

k) ein abschließendes Kolleg über allgemeine Biologie der Lebewesen.

2. Dagegen hatten wir bei der Mathematik eine grundsätzliche Vermehrung gerade auch der äußeren Unterrichtsmittel zu beantragen.

a) Zunächst, was angewandte Mathematik angeht, an allen Universitäten (und nicht nur, wie bisher, an einigen wenigen) die Einrichtung besonderer Zeichensäle und Arbeitsräume (mit dem erforderlichen Betrieb), — dann überall da, wo nicht für den Unterricht in Astronomie anderweitig vorgesorgt ist, die Errichtung von Unterrichtssternwarten (die gleichzeitig den erforderlichen Unterricht in der Geodäsie würden übernehmen können).

b) Sodann für reine Mathematik, soweit es nicht schon geschehen ist, die Einrichtung zweckmäßiger Lese- und Arbeitsräume (Seminarräume) bei gleichzeitiger starker Vermehrung der Übungen. —

Es ist bedauerlich, daß mehrfach gerade an den großen Universitäten im Sinne der hier geäußerten mathematischen Wünsche seither so wenig geschehen ist, während doch überall auf der einen Seite die naturwissenschaftlichen Institute, auf der anderen die historisch-philologischen Sammlungen und Seminare unmittelbare Vorbilder darbieten. Und dabei sind die Summen, welche die Schaffung zweckmäßiger mathematischer Einrichtungen fordert, im Vergleich zu den Bedürfnissen der Nachbardisziplinen durchaus unbeträchtlich. Freilich kommt noch die Änderung des inneren Unterrichtsbetriebes hinzu, und diese wird sich nicht durchführen lassen ohne mannigfache Ausgestaltung der bestehenden Lehraufträge und eine gewisse (innere) Umänderung der Lehrtradition. Im übrigen stehen wir mit unseren diesbezüglichen Forderungen nicht allein, sondern wiederholen nur, was von nationalen und internationalen mathematischen Kongressen in den letzten Jahren immer wieder verlangt wurde.

XII. Über die Ausbildung der Lehramtskandidaten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer an den Technischen Hochschulen.

1. Über diese wichtige und eben jetzt in lebhafter Diskussion stehende Frage möchten wir etwas weiter ausholen, weil eine genaue Kenntnis der Sachlage außerhalb der unmittelbar interessierten Fachkreise nur wenig verbreitet sein dürfte. Wir bemerken vorab, daß es sich bei der ganzen Frage nur um die Lehramtskandidaten der Mathematik, Physik und Chemie, nicht um diejenigen der Biologie handelt. Wir bemerken ferner: Gewisse Seiten der Mathematik, Physik und Chemie kommen an den Technischen Hochschulen zweifellos unmittelbarer zur Geltung als an der Universität, wie selbstverständlich technische Physik, technische Chemie, dann aber auch alles, was zur angewandten Mathematik im engeren Sinne rechnet, wie darstellende Geometrie, Vermessungswesen, technische Mechanik. Hierüber hinaus würde es gelten, die allgemeinen technischen Kulturelemente, deren steigende Wichtigkeit sich nicht verkennen läßt, bei der Ausbildung unserer Kandidaten zur Geltung zu bringen. Auch scheint nur so die Möglichkeit einer systematischen Ausbildung für die Lehrer der Mathematik, Physik und Chemie an den immer zahlreicher und immer wichtiger werdenden technischen Fachschulen gegeben zu sein.

2. Nun ist sehr merkwürdig, daß die so in ihren allgemeinsten Umrissen umschriebene Frage in den verschiedenen deutschen Staaten bislang eine sehr verschiedene Beantwortung gefunden hat:

In Bayern und Württemberg herrscht seit langem Freizügigkeit zwischen Universität und Technischer Hochschule unter voller gegenseitiger Anerkennung der auf diesen Hochschulen zugebrachten Semester, und die Gleichberechtigung von Universität und Technischer Hochschule kommt auch darin zum Ausdruck, daß in den Prüfungskommissionen die Professoren aller in Betracht kommenden Hochschulen gleichmäßig vertreten sind. Ähnlich ist es in Sachsen, wo an der Technischen Hochschule in Dresden seit vielen Jahren eine besondere Abteilung für Lehramtskandidaten besteht; ein Unterschied liegt darin, daß in Dresden und Leipzig je eine besondere Prüfungskommission vorhanden ist.

Das andere Extrem bildet Preußen. Hier haben die Technischen Hochschulen ursprünglich gar keinen Anteil an der Lehrerbildung gehabt. Eine Änderung brachte erst die Prüfungsordnung von 1898 (welche auch zum ersten Male die angewandte Mathematik als selbständiges Prüfungsfach einführte). Es wurde bestimmt, daß den Kandidaten der Mathematik, Physik und Chemie Semester, die an den Technischen Hochschulen zugebracht sind, bis zu drei angerechnet werden

dürfen, — was in Anbetracht des offiziell vorgeschriebenen Trienniums so viel heißt, als daß diese Kandidaten von ihrer Studienzeit drei Semester an der Universität zugebracht haben müssen. Irgend welche organisatorische Umänderungen an den Technischen Hochschulen waren mit dieser Neubestimmung indes nicht verbunden, und hierin mag es begründet sein, daß diese seither nur in sehr beschränktem Maße zur Geltung gekommen ist. Die ganze Angelegenheit liegt kompliziert. Wir halten es für zweckmäßig, hier die Äußerungen wiederzugeben, die uns von sehr kompetenter Seite darüber zugekommen sind, und die dadurch, daß sie manche Einzelheit berühren, auch dem Fernerstehenden einen gewissen Einblick in die vorliegenden Schwierigkeiten und Interessen ermöglichen werden.

3. Unser Gewährsmann, der früher Universitätslehrer war und jetzt an einer preußischen Technischen Hochschule wirkt, schreibt uns darüber:

„Daß die Kandidaten, was reine Mathematik und Physik (oder auch Chemie) betrifft, in den ersten vier Semestern an den Technischen Hochschulen alles finden, was sie nötig haben, unterliegt keinem Zweifel. Anders steht es dagegen gerade in der angewandten Mathematik, weil die Kandidaten für diese darauf angewiesen sind, die für die Ausbildung der Ingenieure getroffenen Einrichtungen, die ganz andere Zwecke verfolgen, so gut mit zu benutzen, wie es eben geht. So z. B. sind die ausgedehnten Übungen in der darstellenden Geometrie für die Lehramtskandidaten eine zu weit gehende Belastung; noch schlimmer aber steht es mit den technischen Gebieten, die, ganz den Zwecken der Fachtechniker entsprechend, mit einer Stundenzahl angesetzt sind, die den Lehramtskandidaten ein Studium der für sie erforderlichen anderen Fächer unmöglich macht. Es steht damit ähnlich, wie wenn man den Studierenden der Biologie empfehlen wollte, zur Vervollständigung ihrer anatomisch-physiologisch-hygienischen Kenntnisse die allgemeinen Vorlesungen und Praktika der medizinischen Fakultät zu benutzen."

„Hierzu kommt an den preußischen Technischen Hochschulen gegenüber den süddeutschen und gegenüber Dresden noch ein weiterer Mangel. Wie seitens der Kommission dargelegt (s. o. unter IV), bildet eine gewisse philosophische und historische Bildung die Grundlage, auf der sich das Lehrerkollegium unserer höheren Schulen trotz dem System der Fachausbildung zu einer Einheit zusammenschließt; es fehlt aber den preußischen Technischen Hochschulen an einer genügenden Vertretung dieser philosophischen und historischen Interessen. Zu ihrer Wahrnehmung erscheint statt der gelegentlichen Tätigkeit von Privatdozenten vielmehr die regelmäßige Tätigkeit etatsmäßiger Professoren unumgänglich."

„Ferner ist an den preußischen Technischen Hochschulen ein Abschluß des Studiums durch Promotion für die Lehramtskandidaten nicht möglich. Dieser Mangel trifft auch die Technischen Hochschulen in Stuttgart und Dresden; nur München bildet eine Ausnahme, wo auch die allgemeine Abteilung das Promotionsrecht besitzt, und wo in der Tat bereits auf Grund mathematischer Dissertationen der dort übliche Dr. rer. techn. erworben wurde. Da in Preußen Vorbedingung für die Zulassung zum Examen als Dr.-Ing. das Bestehen der Diplomprüfung ist, so müßte das Bestehen der Oberlehrerprüfung mit dem der Diplomprüfung für gleichwertig erklärt und daraufhin auch der allgemeinen Abteilung die jetzt ausgeschlossene Möglichkeit eröffnet werden, ihrerseits dem Senate der Technischen Hochschule Kandidaten zur Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. vorzuschlagen."

„Als organisatorische Änderungen, die bei den preußischen Technischen Hochschulen nötig wären, wenn diese die volle Ausbildung der Lehramtskandidaten übernehmen sollen, wären hiernach zu nennen:

a) in der reinen Mathematik (und Physik, bzw. Chemie) die Einrichtung von Vorträgen für die höheren Semester und für die Fortgeschritteneren, so daß Vorlesungen, welche den im Schema der Kommission aufgeführten entsprechen, regelmäßig gehalten werden;

b) in der angewandten Mathematik besondere Einrichtungen, die dem Kandidaten ermöglichen, die für ihn in Betracht kommenden Studien in zweckentsprechender Weise zu absolvieren, im besonderen aber enzyklopädische Vorträge über große Gebiete der Technik, welche die Fühlung mit dem Ideenkreise der Techniker vermitteln;

c) die Einrichtung etatsmäßiger Professuren in den allgemein bildenden Fächern, die eine ausreichende Ausbildung in Philosophie und Geschichte sichern;

d) die Möglichkeit der Promotion zum Dr.-Ing. sowie selbstverständlich Teilnahme der Hochschulprofessoren am Lehramtsexamen."

Unser Gewährsmann fügt dann noch Folgendes hinzu:

„Die Technischen Hochschulen würden den Vorteil haben, daß für diejenigen Techniker, die ausnahmsweise eine über das Mittelmaß hinausgehende Ausbildung in Mathematik und Physik haben wollen, die erforderlichen Vorträge und Übungen vorhanden sind, und es ist kein Zweifel, daß solche spezialisierte Techniker bei der weiteren Ausbildung der wissenschaftlichen Technik gar nicht zu entbehren, ja sehr gesucht sein werden. Ferner würden die Professoren der Mathematik und Physik einen weiteren Wirkungskreis erhalten, eine befriedigendere Tätigkeit als jetzt, wo sie auf die Anfängerkurse beschränkt sind, bei denen ihre Wissenschaft nicht zur vollen Geltung kommt; überdies würde bei Berufungen der Wechsel zwischen Universität und Technischer Hochschule erleichtert werden, was im Interesse des gegenseitigen Verständnisses sehr zu begrüßen wäre."

„Aber auch die Universitäten würden von der Einrichtung Vorteile haben: die Nötigung, mit den Technischen Hochschulen zusammenzuwirken, würde viele bisher latente Kräfte in die Erscheinung treten lassen und zur Anspannung aller Hilfsmittel anfeuern; wo jetzt noch rückständige Einrichtungen sind, würde man alles daran setzen, um auf der Höhe zu sein. Es ist dabei keineswegs gemeint, daß die allgemeinen Abteilungen der Technischen Hochschulen nur ein schwächlicher Abklatsch mathematisch-naturwissenschaftlicher Fakultäten werden sollen, ebensowenig wie aus diesen Fakultäten Hochschulabteilungen technischer Färbung gemacht werden sollen. Jede der beiden Anstalten möge vielmehr die ihr innewohnenden Kräfte frei entfalten; es soll nur trotz der spezifischen Verschiedenheit die Gleichwertigkeit anerkannt werden, ganz im Sinne der Gleichwertigkeit der humanistischen und realistischen höheren Schulen, wie sie die Schulkonferenz von 1900 gefordert hat, und wie sie durch die Allerhöchste Ordre vom 26. November desselben Jahres sanktioniert worden ist."

4. Die Unterrichtskommission trägt Bedenken, sich die vorstehenden Ausführungen formell anzueignen, weil sie damit in Fragen übergreifen würde, die ganz bestimmt nicht mehr ihrer Kompetenz unterstehen. Die bewährten Einrichtungen der außerpreußischen Hochschulen für die Ausbildung der Lehramtskandidaten wünschen wir jedenfalls erhalten zu sehen. Für Preußen aber empfehlen wir, um der Entwicklung des Unterrichtswesens auch in dieser Hinsicht freie Bahn zu schaffen, ein versuchsweises Vorgehen. Unter den preußischen Technischen Hochschulen dürfte nach den uns gewordenen Nachrichten Danzig vermöge der Zusammensetzung seines Lehrkörpers und seiner sonstigen Vorbedingungen hierfür am geeignetsten sein. Hier richte man die empfohlene Lehrerausbildung probeweise ein, — und wenn dann nach Jahren die Zeit gekommen sein wird, um in Preußen die Ordnung der Prüfung für das Lehramt wieder neu zu bearbeiten, so wird man zur Entscheidung der prinzipiellen Frage auf eigene Resultate und Erfahrungen zurückgreifen können.

Schlußbemerkungen.

Wir mögen diesen Bericht nicht schließen, ohne an diejenigen, die es angeht, die lebhafte Bitte um Unterstützung unserer Bestrebungen gerichtet zu haben.

Zunächst an die Hohen Behörden, die wir bitten, nach allen Richtungen unsere Vorschläge zu prüfen, um sie hinterher, wie wir hoffen, sowohl durch Bewilligung der erforderlichen Mittel, durch Lehraufträge und Examensbestimmungen zu stützen, als namentlich auch durch eine wohlwollende und verständnisvolle Veraltwungspraxis. Wir

möchten in diesem Zusammenhange noch einmal betonen, was die Grundlage unserer ganzen Darlegungen ist, daß gemäß der heutigen Entwicklung der Wissenschaft — wenn anders die Ausbildung der Lehramtskandidaten nicht völlig verflachen soll — eine konsequente Trennung zwischen den mathematischen und den biologischen Hochschulstudien einzutreten hat. Die Schemata, die wir für die „generellen Studien" in V zusammenstellten, reden in dieser Hinsicht eine deutliche Sprache. Denn sie enthalten nichts, was im Hinblick auf den später vom Lehrer zu erteilenden Unterricht als überflüssig bezeichnet werden könnte. Nun ist ja bisher oft gesagt worden, der biologische Unterricht an der Schule umfasse eine zu geringe Stundenzahl, als daß man überall einen eigentlichen Fachmann anstellen könne; es bestehe also eine Notwendigkeit, den Mathematiker gegebenenfalls mit dem biologischen Unterricht, den Biologen mit dem mathematischen Unterricht zu betrauen. Wir haben einerseits zu antworten, daß in dieser Hinsicht eine Verschiebung eintreten wird, sobald erst unsere Meraner Vorschläge mehr zur Geltung gekommen sind, andererseits aber, daß wir in VII hinsichtlich Erweiterung der Fachstudien unserer Kandidaten solche Vorschläge gemacht haben, welche geeignet sein dürften, auf alle Fälle über die vorliegenden Schwierigkeiten hinweg zu helfen. Wir können aber auch nicht unterlassen, anzuführen, daß nach uns zugegangenen Mitteilungen die Verteilung des mathematischen und biologischen Unterrichts an Lehrer von ungeeigneter Vorbildung vielfach nicht unter dem Druck zwingender Verhältnisse, sondern irgend welcher äußeren Rücksichten stattzufinden scheint. Hierbei mögen die Erinnerungen an frühere, einfachere Verhältnisse mitwirken. Um so mehr wünschen wir demgegenüber noch einmal auszusprechen, daß biologische und mathematische Studien ganz heterogene Geisteskräfte in Anspruch nehmen, und daß derjenige, der auf Grund seiner Ausbildung nach der einen Seite qualifiziert ist, damit für die andere Seite noch gar keine Befähigung erworben hat.

Wir richten ferner unseren Appell besonders nachdrücklich an die akademischen Lehrer. Wenn die Maßregeln, die wir befürworten, durchdringen, so wird das zu Anfang nicht immer ohne gewisse Unbequemlichkeiten für den einzelnen Dozenten geschehen können. Es sind, abgesehen von Beeinträchtigungen materieller Art, die hier oder da in Aussicht stehen, namentlich auch Schwierigkeiten nach ideeller Seite. Denn es ist keinem Dozenten angenehm, eine breite Einwirkung auf die Studierenden, vermöge deren er die besonderen Interessen seines Faches weitgehend zur Geltung bringen kann, mit einer mehr eingeengten zu vertauschen, oder auch im anderen Falle die akademische Ruhe des wissenschaftlichen Spezialbetriebes sich durch die Sorge für allgemein nützliche Einrichtungen und Verfahrungsweisen beeinträchtigen zu lassen. Auf der anderen Seite ist es immer das schönste Vorrecht

der Hochschullehrer gewesen, überall da, wo gebessert werden muß, selbst Hand anzulegen und nach eigener Initiative zu handeln. Und es muß in der Tat gebessert werden. Es läßt sich doch nicht leugnen, daß die allgemeinen Interessen der wissenschaftlichen Ausbildung unserer Lehramtskandidaten durch Interessen mehr spezieller Art vielfach zurückgedrängt sind. Die beteiligten Dozenten an derselben Hochschule — oder auch die Dozenten desselben Faches an den verschiedenen Anstalten — sollten sich zusammenschließen und in gemeinsamer Beratung überlegen, welche Änderungen und Verabredungen am Platze sein mögen. Können dabei unsere Vorschläge anregend wirken, so wäre das ihr schönster Erfolg.

Wir wenden uns schließlich an die ausgedehnten Kreise der Oberlehrer selbst. Wenn die Angehörigen anderer akademischer Stände nicht müde werden, für die geeignete Vorbildung ihres Nachwuchses in geschlossenem Zusammengehen immer wieder zeitgemäße Reformen zu befürworten und bei allen Instanzen, namentlich auch vor der großen Öffentlichkeit zu vertreten, so können wir nur wünschen, daß unsere Lehrer mehr als bisher die gleichen Maßregeln ergreifen möchten. Wir vertrauen, daß dabei das Prinzip der wissenschaftlichen Ausbildung, wie wir es hier in maßvoller Weise vertreten, keinen Schaden nehmen soll. Denn Leistungsfähigkeit im Berufe auf Grund vorausgegangener gründlicher wissenschaftlicher Vorbereitung — das ist der Stolz des deutschen Oberlehrerstandes gewesen, seit er besteht, und das soll sein Stolz bleiben.

2. Bericht über die Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterrricht an den höheren Lehranstalten Preußens.

I. Die Einrichtung der Fragebogen.

Wie bereits in dem Bericht der Unterrichtskommission an die 78. Naturforscherversammlung in Stuttgart (Verhandlungen der 78. Versammlung, Teil I, S. 42) mitgeteilt wurde, hat die Kommission es für zweckmäßig erachtet, mit Genehmigung der preußischen Unterrichtsverwaltung an sämtliche neunklassigen höheren Lehranstalten Preußens Fragebogen zu versenden und auf diesem Wege um Auskunft in betreff der vorhandenen und der wünschenswerten Einrichtungen für den physikalischen, chemischen und biologischen Unterricht zu bitten.[1]) Für das große der Kommission in dieser Sache bewiesene Entgegenkommen spricht die Kommission der preußischen Unterrichtsverwaltung auch an dieser Stelle den ehrerbietigsten Dank aus.

Die Fragebogen waren in folgender Weise eingerichtet:

Fragebogen A

betreffend die Einrichtungen für den physikalischen Unterricht an den höheren Lehranstalten.

Name der Anstalt: . . . . . Ort: . . . . . .

I. Ist ein besonderes Unterrichtszimmer ausschließlich für den physikalischen Unterricht vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Welches ist die größte Zahl von Schülern in einer Physikstunde? c) Gesamtzahl der wöchentlich zu erteilenden Physikstunden? d) Zahl der unterrichtenden Lehrer? e) Ist ein besonderer Experimentiertisch vorhanden? Gasleitung? Wasserleitung? Abzug? f) Ist elektrischer Anschluß möglich? eingerichtet? welche Art des Stroms? g) Ist eine Projektionsvorrichtung vorhanden und mit welcher Lichtquelle? h) Ist die Benutzung direkten Sonnenlichts für physikalische Versuche ermöglicht?

II. Ist ein besonderer Raum für die Sammlung physikalischer Apparate vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Stehen auch auf dem Korridor physikalische Unterrichtsmittel oder Schränke mit solchen? c) In welchem Raum werden die Chemikalien aufbewahrt?

1) Eine derartige Rundfrage hat bereits B. Schwalbe in seinem Bericht für die Schulkonferenz von 1900 empfohlen (Verhandl. über Fragen des höheren Unterrichts, Halle a. S. 1901, S. 372).

III. Ist ein besonderer Raum für die Vorbereitung der Unterrichtsvers vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Oder dient der Sammlungsraum oder das Unterrichtszimmer als Vorbereitungsraum?

IV. a) Ist eine Werkstatt vorhanden? b) Oder dient Unterrichts- oder Sammlungsraum als Werkstatt?

V. Welche Summe steht jährlich für die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichts zur Verfügung? a) Fest? b) Veränderlich? dann Durchschnitt der letzten 5 Jahre? c) Etwaige außerordentliche Bewilligungen in den letzten 5 Jahren?

VI. Von wem werden die Reparaturen der Apparate ausgeführt? a) Ist ein geeigneter Mechaniker am Ort? b) Oder müssen die Apparate nach auswärts gesandt werden?

VII. Sind physikalische Schülerübungen eingerichtet? a) In besonderen Räumen? Wieviel qm Bodenfläche? Wieviel Arbeitsplätze? b) Oder arbeiten die Schüler im Unterrichtszimmer? im Sammlungszimmer? c) Wieviel Schüler beteiligten sich insgesamt während des Winterhalbjahres 1905/6 an den Übungen?

VIII. Ist bei den Lehrern der Anstalt Geneigtheit vorhanden, praktische physikalische Übungen abzuhalten und unter welchen Voraussetzungen?

IX. Wem liegt die Säuberung und Instandhaltung der physikalischen Sammlung ob?

X. Etwaige anderweitige Wünsche und Bedürfnisse bezüglich des physikalischen Unterrichts.

Fragebogen B

betreffend die Einrichtungen für den chemischen Unterricht an den höheren Lehranstalten.

Name der Anstalt: . . . . . Ort: . . . . . .

I. Ist ein besonderes Unterrichtszimmer ausschließlich für den chemischen Unterricht vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Welches ist die größte Zahl der Schüler in einer Chemiestunde? c) Gesamtzahl der wöchentlich zu erteilenden Chemiestunden? d) Zahl der unterrichtenden Lehrer? e) Ist ein besonderer Experimentiertisch vorhanden? Gasleitung? Wasserleitung? Gebläse-(Druck- und Saug-)Vorrichtung? f) Ist ein Abzug vorhanden? Ist dieser von zwei Seiten zugänglich? g) Ist elektrischer Anschluß möglich? eingerichtet? welche Art des Stromes?

II. Ist ein besonderer Raum für die Sammlung chemischer Stoffe und Geräte vorhanden? Wieviel qm Bodenfläche?

III. Ist ein Raum für die Vorbereitung der Unterrichtsversuche vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Oder dient der Sammlungsraum — oder das Unterrichtszimmer — als Vorbereitungsraum?

IV. Welche Summe steht jährlich für die Bedürfnisse des chemischen Unterrichts zur Verfügung? a) Fest? b) Veränderlich? dann Durchschnitt der letzten 5 Jahre? c) Etwaige außerordentliche Bewilligungen in den letzten 5 Jahren?

V. Sind besondere Räume für chemische Schülerübungen vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Wieviel Arbeitsplätze? c) Oder arbeiten die Schüler im Unterrichtszimmer? Im Sammlungszimmer? d) Wieviel Schüler beteiligten sich insgesamt während des Winterhalbjahres 1905/6 an den Übungen?

VI. Ist bei den Lehrern derjenigen Anstalten, an denen noch keine chemischen Schülerübungen bestehen, Geneigtheit vorhanden, praktische chemische Übungen abzuhalten und unter welchen Voraussetzungen?

VII. Wem liegt die Säuberung und Instandhaltung der chemischen Sammlung ob?

VIII. Etwaige sonstige Wünsche und Bedürfnisse bezüglich des chemischen Unterrichts.

Fragebogen C
betreffend die Einrichtungen für den biologischen Unterricht an den höheren Lehranstalten.

Name der Anstalt: . . . . . Ort: . . . . . .

I. Ist ein besonderer Raum für die biologischen Sammlungen vorhanden? Ein Zimmer oder mehrere? Wieviel qm Bodenfläche?

II. Ist ein besonderes Unterrichtszimmer für den biologischen Unterricht vorhanden? a) Wieviel qm Bodenfläche? b) Welches ist die größte Zahl von Schülern in einer Lehrstunde? c) Ist im Unterrichtszimmer ein größerer Tisch zum Aufstellen von Präparaten vorhanden? d) Hat das Zimmer Gas- und Wasserleitung? e) Ist ein Projektionsapparat mit mikroskopischem Ansatz vorhanden? und mit welcher Lichtquelle? f) Steht das Zimmer in unmittelbarer Verbindung mit dem Sammlungsraum?

III. Sind auf Gängen Schaukästen angebracht? oder Vorrichtungen zum Aufstellen von Aquarien und Terrarien? oder befinden sich solche Vorrichtungen in einem der biologischen Zimmer?

IV. Welche Summe steht jährlich für den biologischen Unterricht zur Verfügung? a) Fest? b) Veränderlich? dann Durchschnitt der letzten 5 Jahre? c) Etwaige außerordentliche Bewilligungen in den letzten 5 Jahren?

V. a) Befinden sich in unmittelbarer Nähe des Schulgebäudes einige Versuchsbeete? Wieviel qm? b) Hat die Stadt einen Schulgarten? Wie groß? Werden aus diesem Pflanzen für den Unterricht geliefert? Von wieviel Schulen wird derselbe benutzt?

VI. Etwaige sonstige Wünsche und Bedürfnisse bezüglich des biologischen Unterrichts.

Nachdem die letzten Fragebogen am 29. November 1906 an die Kommission zurückgelangt waren, ist eine Bearbeitung der eingelaufenen Antworten erfolgt. Die Kommission glaubt indes von der Veröffentlichung des gesamten umfangreichen Materials absehen zu sollen und empfiehlt die im einzelnen hervorgetretenen Mängel und Wünsche der wohlwollenden Beachtung der vorgesetzten Unterrichtsbehörden; sie beschränkt sich ihrerseits auf die Mitteilung der nachstehenden wichtigsten Ergebnisse, die sich auf 319 Gymnasien (G) und 134 Realanstalten (R) erstrecken.[1])

II. Die Ergebnisse der Fragebogen bezüglich des physikalischen Unterrichts.

Zu Frage I. Ein besonderes Unterrichtszimmer für Physik ist bei der großen Mehrzahl der Anstalten vorhanden. Ein solches

1) Bei den Gymnasien sind auch die kombinierten Anstalten (G mit Rg, G mit RS) mitgezählt.

fehlte nur an 11 Gymnasien, und zwar[1]) OP 2, Br 3, Pm 2, Ps 1, W 3, und nur an 1 Realanstalt (Ha).

Für andere Unterrichtsfächer (Religion, Naturkunde, Gesang, kombinierte Klassen u. a.) mitbenutzt wird das physikalische Lehrzimmer an 19 Gymnasien (WP 1, Br 1, Pm 1, Ps 3, Schl 5, Sa 1, W 1, HN 1, R 5) und an 4 Realanstalten (Schl 2, W 1, R 1).

Außerdem wird an 19 Realanstalten das Lehrzimmer zugleich für den chemischen Unterricht mitbenutzt, und an den Gymnasien ist dies fast durchweg der Fall. An einer Realanstalt (Ps) ist das Lehrzimmer zugleich Durchgangszimmer für eine andere Klasse.

Zu a) und b). Die hier angegebenen Zahlen schwanken naturgemäß innerhalb sehr weiter Grenzen. Sie können namentlich dazu dienen, über das Verhältnis des verfügbaren Raumes zur Maximalschülerzahl ein Urteil zu gewinnen. Der Raum ist unbedingt bei weitem zu klein, wenn die Bodenfläche unter 1 qm pro Schüler heruntergeht. Dies ist immerhin noch der Fall an 22 Gymnasien (OP 4, WP 1, Br 2, Ps 1, Schl 2, Sa 1, W 4, Ha 3, R 4) und an drei Realanstalten (OP 1, Pm 1, SH 1). Wenn hier nur diese ungünstigsten Fälle angeführt werden, so soll damit nicht gesagt sein, daß die Kommission eine Raumzumessung von 1 qm pro Kopf für ausreichend erachtet. Es ist hier besonders auch in Betracht zu ziehen, daß für den Experimentiertisch und den dahinter frei zu lassenden Raum ein nicht unerheblicher Teil des Unterrichtszimmers erforderlich ist.

Zu c) und d). Die Anzahl der Lehrstunden und die Anzahl der unterrichtenden Lehrer sind von Wichtigkeit bei der Entscheidung der Frage, ob die Beschaffung eines besonderen Vorbereitungszimmers geboten ist (s. unten).

Zu e). Was die Einrichtung des Lehrzimmers betrifft, so fehlte es an einem besonderen Experimentiertisch noch an 40 Gymnasien (OP 7, WP 7, Br 3, Pm 2, Ps 3, Schl 3, Sa 2, W 6, Ha 2, HN 3, R 3) und an einer Realanstalt (Sa). Eine Gasleitung fehlte an 27 Gymnasien (OP 2, WP 4, Br 3, Schl 2, Sa 2, SH 2, W 4, HN 3, R 4) und an einer Realanstalt (OP). Wasserleitung fehlte an 48 Gymnasien (OP 3, WP 1, Br 9, Pm 7, Ps 4, Schl 5, Sa 4, SH 4, Ha 4, W 5, S 2) und an vier Realanstalten (OP 1, Sa 1, Ha 2). Ein Abzug für schädliche Gase war vorhanden an 183 Gymnasien (58 Proz.) und 70 Realanstalten (52 Proz.).

Zu f). Anschluß des Lehrzimmers an eine elektrische Starkstromleitung ist vorhanden an 137 Gymnasien (43 Proz.) und 107 Realanstalten (80 Proz.). Diese verteilen sich nach Provinzen wie folgt:

1) Die Abkürzungen bedeuten: OP Ostpreußen, WP Westpreußen, Be Berlin, Br Brandenburg, Pm Pommern, Ps Posen, Schl Schlesien, Sa Sachsen, SH Schleswig-Holstein, Ha Hannover, W Westfalen, HN Hessen-Nassau, R Rheinprovinz.

OP 6 + 2, WP 6 + 4, Bc 12 + 10, Br 13 + 9, Pm 4 + 3, Ps 4 + 1, Schl 12 + 9, Sa 10 + 11, SH 6 + 6, Ha 12 + 10, W 15 + 12, HN 8 + 9, R 29 + 23. Möglich ist ein solcher Anschluß noch an 74 Gymnasien und 13 Realanstalten, und von diesen sprechen nicht weniger als 28 Anstalten ausdrücklich den Wunsch nach Anschluß aus. Es sei an dieser Stelle aber besonders anerkannt, daß von der Möglichkeit des Anschlusses bisher schon namentlich an den Realanstalten in beträchtlichem Umfange Gebrauch gemacht worden ist.

Zu g). Eine Projektionsvorrichtung war vorhanden an 245 Gymnasien und 113 Realanstalten; fehlte demnach noch gänzlich an 74 Gymnasien (23 Proz.) und 21 Realanstalten (16 Proz.). Von den vorhandenen Projektionsapparaten waren noch 26 + 4 nur für Petroleumlicht, 53 + 10 für Gasglühlicht, Spiritusglühlicht oder Acetylenlicht, die übrigen 166 + 99 für elektrisches oder Kalk- (Zirkon-) Licht eingerichtet.

Zu h). Die Benutzung direkten Sonnenlichts für Unterrichtsversuche ist ermöglicht an 164 Gymnasien (52 Proz.) und 112 Realanstalten (84 Proz.).

Zu Frage II. Ein besonderer Raum für die Sammlung physikalischer Apparate ist an der großen Mehrzahl der Anstalten vorhanden. Er fehlte an 23 Gymnasien (OP 4, Br 4, Pm 1, Ps 1, Schl 5, Sa 4, W 1, Ha 1, R 2) und an fünf Realanstalten (Ps 1, Schl 2, Sa 1, R 1). Es gibt eine Reihe von Anstalten, die über einen sehr großen Raum oder über mehrere Räume verfügen, ihnen steht jedoch eine Zahl von Anstalten (27 G + 11 R) gegenüber, bei denen die Bodenfläche des verfügbaren Raumes weniger als (oder höchstens) 20 qm beträgt.

Daß Apparate, oder Schränke mit solchen, auf dem Korridor aufgestellt werden müssen, ist in der Regel die Folge davon, daß der Sammlungsraum nicht ausreichend groß ist. Eine solche Nötigung ist vorhanden an 45 Gymnasien (OP 2, WP 1, Be 2, Br 3, Pm 3, Ps 2, Schl 3, Sa 6, SH 3, W 2, Ha 6, HN 8, R 4) und an sechs Realanstalten (OP 2, Be 3, R 1).

Zu Frage III. Ein Raum für die Vorbereitung von Versuchen ist vorhanden an 55 Gymnasien und an 27 Realanstalten. Namentlich häufig ist ein solcher Raum in der Rheinprovinz vorhanden (18 G und 13 R). Vgl. auch Frage X Nr. 4.

Zu Frage IV. Eine Werkstatt besitzen 12 Gymnasien und 14 Realanstalten. Doch ist aus den Antworten nicht immer zu ersehen, ob ein besonderer Raum dafür vorhanden ist. Manche Anstalten haben einen Tei des Sammlungsraums als Werkstatt eingerichtet.

Zu Frage V. Die Angaben über die Summe, die jährlich für die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichts zur Verfügung steht (an den Gymnasien einschließlich der Chemie), zeigen begreiflicherweise eine große Verschiedenheit. Auch kommen zu dem festen oder veränderlichen Durchschnittsetat häufig noch Extrabewilligungen, die den Betrag der Gesamtaufwendungen erheblich steigern. Doch fehlt es auch nicht an Anstalten, bei denen der Jahresetat sehr gering bemessen ist und Extrabewilligungen ganz fehlen oder doch nur eine bescheidene Höhe erreichen. So bleibt der Etat bei etwa 22 Gymnasien unter 200 Mk. (Minimum 120 Mk. bei zwei Anstalten in OP, 115 Mk. bei einer Anstalt in SH), bei 100 weiteren unter 300 Mk.

Die Realanstalten sind naturgemäß zumeist günstiger gestellt. Unter 300 Mk. bleibt der Etat jedoch auch mit Hinzurechnung von Extrabewilligungen noch an 21 Anstalten.

Die in Nr. X der Fragebogen ausgesprochenen Wünsche richten sich demgemäß auch großenteils auf Erhöhung des jährlichen Etats für den Physikunterricht. Dies ist der Fall bei 42 Gymnasien und 17 Realanstalten.

Von der Höhe des Etats in den einzelnen Provinzen geben folgende Durchschnittszahlen ein Bild, wobei indes nur Anstalten mit festem Jahresetat für die Physik zugrunde gelegt sind. Die Zahl der Anstalten ist in ( ), die kleinste und größte Etatssumme sind daneben beigefügt. Weggelassen sind als Anstalten mit besonders hohem Etat, der auf besondere lokale Umstände zurückzuführen ist: das städtische G und RG in Cöln (über 2000 Mk.) und die Klinger-OR in Frankfurt a. M. (2100 Mk.).

Die veränderlichen Etats bleiben im allgemeinen beträchtlich hinter diesen Durchschnittswerten der festen Etatbeträge zurück.

Provinz	Gymnasien	Realanstalten
Ostpreußen	255 Mk. (9) 150—400 Mk.	400 Mk. (2)
Westpreußen	270 „ (11) 150—600 „	394 „ (3) 283—600 Mk.
Berlin[1]	544 „ (16) 331—600 „	576 „ (10) 360—600 „
Brandenburg[1]	366 „ (15) 150—600 „	483 „ (8) 166—600 „
Pommern	222 „ (19) 150—400 „	250 „ (1)
Posen	247 „ (14) 200—390 „	200 „ (1)
Schlesien	242 „ (24) 100—400 „	300 „ (7) 80—650 „
Sachsen	269 „ (18) 135—500 „	293 „ (12) 150—550 „
Schleswig-Holstein	262 „ (4) 250—300 „	250 „ (1)
Hannover	265 „ (18) 175—350 „	245 „ (6) 160—350 „
Westfalen	296 „ (17) 150—500 „	599 „ (7) 225—1150 „
Hessen-Nassau	272 „ (19) 150—400 „	407 „ (4) 300—500 „
Rheinprovinz	440 „ (31) 205—800 „	580 „ (13) 400—1000 „

1) Die relativ große Zahl für Berlin erklärt sich daraus, daß den städtischen Lehranstalten (G und R) durchweg ein Etat von 600 Mk. zugewiesen ist; die höhere

Zu Frage VI. Die Reparaturen der Apparate können, wie es in der Natur der Sache liegt, nur zu einem kleinen Teil von den Fachlehrern selber ausgeführt werden, auch kann diesen eine Verpflichtung hierzu nicht auferlegt werden; die Apparate müssen vielmehr in der Regel einem Mechaniker übergeben werden. An größeren Orten ist ein solcher meist leicht zu finden, an kleineren Orten wird man vielfach zu auswärtigen Mechanikern seine Zuflucht nehmen, wodurch eine Mehrbelastung des oft ohnehin schon knappen Etats eintritt. Aus den Antworten unter VI a) und b) ergibt sich, daß ein Versand an auswärtige Mechaniker stattfindet bei der folgenden Zahl von Anstalten (G und RA neben einander aufgeführt): OP 10 + 1, WP 7 + 1, Br 19 + 4, Pm 16 + 0, Ps 13 + 1, Schl 26 + 12, Sa 12 + 4, SH 5 + 1, Ha 9 + 8, W 19 + 7, HN 12 + 2, R 32 + 5; insgesamt also 180 + 46 Anstalten. Man vgl. hierzu Frage IX.

Zu Frage VII. Physikalische Schülerübungen waren eingerichtet an 30 Anstalten, und zwar an 4 Gymnasien, 2 Gymnasien mit Realklassen, 17 Realgymnasien und 7 Oberrealschulen. Diese verteilten sich nach Provinzen wie folgt (die Zahl der teilnehmenden Schüler in Klammern):

Ostpreußen: —

Westpreußen: —

Berlin: Städt. Andreas RG (59); St. Dorotheenst. RG (165); St. Falk RG (21); St. Friedr. RG (10); St. Friedr. Werd. OR (41); Kgl. Kaiser Wilhelms-RG (20); St. Königstädt. RG (38); St. Sophien RG (51).

Brandenburg: Landsberg a. W., Kgl. G und R (14); Schöneberg, Hohenzollernschule G (18); Brandenburg, von Saldern RG; Groß-Lichterfelde OR (14); Schöneberg, Hohenzollern OR (20); Wilmersdorf. Goetheschule RG.

Pommern: —

Posen: —

Schlesien: Breslau, St RG am Zwinger (20); Neiße, Städt. RG (sämtliche Primaner).

Sachsen: —

Schleswig-Holstein: Altona, St. RG und R (10); Kiel, St. OR (alle Schüler der oberen Klassen in den physikalischen Unterrichtsstunden).

Hannover: —

Westfalen: Bochum, St. OR (8); Dortmund, St. OR (ca. 30).

Durchschnittszahl für Brandenburg daraus, daß die Anstalten in den Vororten von Berlin meist ebenso hoch dotiert sind. In der Rheinprovinz finden sich vier Realanstalten mit mehr als 600 Mk.

Hessen-Nassau: Frankfurt a. M., St. Musterschule RG (21); Hanau, St. OR (23); Cassel, St. RG (32).

Rheinprovinz: Brühl, St. G (5); Kreuznach, Kgl. G (8); Saarbrücken, Kgl. G (28); Mülheim, St. G und R (10); Düren, Stifts RG; Remscheid, St. Reform RG (28); Ruhrort-Duisburg, St. RG (28).

Ein besonderer Raum für die Übungen ist nur in wenigen Fällen vorhanden: in Berlin Andreas RG (48 qm, 20 Plätze) und Friedrichs RG (58,6 qm, 20 Plätze), beides Neubauten; in Altona (47,5 qm), Frankfurt a. M. (55,5 qm, 5 Tische), Hanau (47 qm, 12 Schüler), Saarbrücken (53,9 qm, 14 Plätze).

An den übrigen Anstalten werden die Übungen im Unterrichts- oder im Sammlungszimmer oder in beiden abgehalten. Über die geäußerten Wünsche vgl. unter Frage VIII. Es sei hier noch zugefügt, daß die Zahl der Anstalten, an denen physikalische Schülerübungen abgehalten werden, beträchtlich zugenommen hat, nachdem 1906 im Etat für das preußische Unterrichtswesen 25000 Mk. speziell zur Förderung der Schülerübungen eingestellt worden sind; auch 1907 ist die gleiche Summe bewilligt worden. Doch fehlt es fast durchweg noch an geeigneten Räumen.

Zu Frage VIII. Zur Abhaltung von physikalischen Schülerübungen bereit erklärt haben sich die Fachlehrer an einer überraschend großen Zahl von Anstalten, nämlich an **233** gymnasialen Anstalten (202 G und 31 G mit Realklassen) und an **86** Realanstalten (50 RG und 36 OR). Rechnet man hierzu noch die 6 gymnasialen und 24 Realanstalten, an denen bereits Schülerübungen bestehen, so ergibt sich, daß 239 von 319 gymnasialen Anstalten und 110 von 134 Realanstalten sich für die Schülerübungen ausgesprochen haben. Dies macht **74,9** Proz. der gymnasialen und **82,1** Proz. der Realanstalten aus. Auf die Gesamtzahl der Anstalten bezogen, stellt sich das Resultat so, daß 349 von 453 oder **77** Proz. aller Anstalten ihre Bereitwilligkeit erklärt haben. Man wird nicht fehlgehen, wenn man aus diesem Ergebnis den Schluß zieht, daß die Überzeugung von der Nützlichkeit der Übungen bereits sehr allgemein verbreitet ist, und zwar in so hohem Grade, daß die Fachlehrer die nicht geringen Mühen der Einrichtung solcher Übungen im Interesse der Förderung des Unterrichts gern auf sich zu nehmen gewillt sind.

Voraussetzungen für die Abhaltung von Schülerübungen sind in erster Reihe ein geeigneter Arbeitsraum und ausreichende Mittel; ersterer wird in 172 Fällen, letztere in 118 Fällen verlangt, doch ist anzunehmen, daß die übrigen Anstalten insbesondere diese zweite Bedingung nur deswegen nicht ausgesprochen haben, weil sie sie als selbstverständlich ansehen. Auch die Forderung von Arbeitstischen

(in 6 Fällen) gehört in das Gebiet der selbstverständlichen Voraussetzungen.

Eine weitere Voraussetzung, die von nicht weniger als 173 Anstalten ausgesprochen wird, ist die, daß die für Schülerübungen angesetzten Stunden dem Lehrer auf die Pflichtstundenzahl angerechnet werden.[1]) Man wird dieses Verlangen nur berechtigt finden können, wenn man bedenkt, welchen Aufwand an Zeit und Kraft die Vorbereitung der Übungsstunden erfordert, und mit welcher Anstrengung die Stunden selbst in der Regel verknüpft sein werden. Nur in drei Fällen würden sich die Fachlehrer auch mit einer Remuneration begnügen.

Die übrigen noch gestellten Bedingungen betreffen zumeist die Einordnung der Übungen in das Ganze des Schulbetriebes und seien hier nur kurz aufgeführt: Von 6 Anstalten (5 G und 1 RG) wird ausdrücklich die Voraussetzung ausgesprochen, daß auch die nötige Zeit für die Übungen zur Verfügung gestellt werden müsse. Von 8 weiteren Anstalten (4 G, 1 RG, 3 OR) wird zur Bedingung gemacht, daß durch die Übungen keine Verkürzung des lehrplanmäßigen Unterrichts in der Physik veranlaßt werden dürfe; beide Gruppen von Anstalten verlangen demnach besondere Übungsstunden neben den eigentlichen Unterrichtsstunden. Andererseits wird von 14 Anstalten (5 G, 2 RG, 1 Ref. RG, 6 OR) in mehr oder minder entschiedener Form die Forderung aufgestellt, daß die wöchentliche Gesamtstundenzahl für die Schüler dadurch nicht erhöht werden solle, daß also keine Überlastung der Schüler eintreten dürfe.

Von 9 Anstalten (8 G und 1 OR i. E.) wird betont, daß die Übungen wahlfrei sein sollten. Dies stimmt bezüglich der Gymnasien mit den Meraner Vorschlägen der Kommission überein. Ferner tritt 12 mal die Forderung auf, daß die Zahl der Teilnehmer an je einem Übungskursus beschränkt, in der Regel nicht größer als 12 sein soll. Hierzu kommt noch (4 mal) die Forderung eines Dieners für das Reinigen und Ordnen der Apparate — vgl. auch Frage IX — und endlich (2 mal) die Forderung nach Befreiung von der Haftpflicht (s. a. S. 98 und 111). Bezüglich der Frage, woher die Zeit für die Übungen genommen werden solle, sei der Vorschlag einer OR (Sa) erwähnt, man möge die Übungen zunächst fakultativ ansetzen, und zwar auf Kosten eines anderen fakultativen Faches. Dies sei möglich, wenn die Übungen mit wöchentlich 2 Stunden an die Stelle des Linearzeichnens im 2. Halbjahr der U II und im ganzen Jahr der O II träten. Der letztere Unterricht sei durch Zeichnungen in schiefer Parallelprojektion in O III und im 1. Halbjahr der U II wohl geeignet, die Raumvorstellung der

1) Auch dies wird bereits von B. Schwalbe in dem oben (S. 84) angeführten Bericht befürwortet.

Schüler auszubilden; für das wirkliche Verständnis der orthogonalen Projektion erscheine aber der Verstand der Schüler der U II und auch der O II noch zu wenig entwickelt; physikalische Schülerübungen dürften dagegen schon auf dieser Stufe hinreichendes Interesse und Verständnis finden. Von anderer Seite (HN) wird vorgeschlagen, die erforderlichen Stunden dadurch zu gewinnen, daß 5 Stunden Mathematik und 2 Stunden Linearzeichnen zu 6 Stunden in einer Hand vereinigt werden und überdies das Englische um 1 Stunde gekürzt wird (vgl. auch S. 106).

Zu Frage IX. Die Beantwortung dieser Frage lehrt, daß in betreff der Säuberung und Instandhaltung der Sammlung noch manches zu wünschen bleibt. In der Mehrzahl der Fälle liegt die Sorge für beides dem Fachlehrer ob, dem die Verwaltung der Sammlung übertragen ist. Nur in einer kleineren Zahl von Fällen wird der Schuldiener, wohl der Regel nach nur zur Säuberung, herangezogen. In Berlin wird an einem Gymnasium ein besonderer Diener wöchentlich zweimal $1\,{}^1|_2$ Stunden beschäftigt und aus dem physikalischen Etat remuneriert; an einem (Charlottenburg) ist der Heizer mit Säuberung der Sammlungsgegenstände und Laden der Akkumulatoren betraut. An einigen Stellen (Steglitz G; Essen G) findet jährlich einmal eine Säuberung und Revision durch einen Mechaniker statt; in Frankfurt a. M. (Musterschule) sind besondere Mittel für diesen Zweck bewilligt. Ebenda (Kaiser Friedrichs G) ist ein Mechaniker mit der dauernden Überwachung der physikalischen Sammlung beauftragt, in Bonn (St. G) liegt die Instandhaltung der Sammlung einem der Lehrer gegen Entschädigung ob. Vielfach wird die Nötigung des Fachlehrers, für Reinigung und Instandhaltung zu sorgen, als ein Mißstand empfunden (vgl. unten zu Frage X, Nr. 8).

Zu Frage X. Die Frage nach etwaigen Wünschen und Bedürfnissen für den physikalischen Unterricht hat eine große Mannigfaltigkeit von Antworten hervorgerufen. Wir teilen diese in fünf Gruppen ein.

a) Zum Etat des physikalischen Unterrichts und zur Verwaltung des Kabinetts.

1. Eine Erhöhung der Summe für die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichts wird gewünscht von 59 Anstalten (42 G, 17 R). Die Wünsche gehen, sofern sie überhaupt auf bestimmte Summen gerichtet sind, weit auseinander, was nicht wundernehmen darf, da die Bedürfnisse sehr verschieden sind, je nachdem es sich um einfache oder Doppelanstalten, Gymnasien oder Realanstalten handelt. Von 37 Anstalten werden speziellere Wünsche bezüglich Neueinrichtung

der Sammlung, Anschaffung kostspieliger Apparate u. dergl. ausgesprochen.

2. Angesichts der vielen Anstalten, die einen schwankenden physikalischen Etat haben, ist die Einstellung einer festen Summe für den physikalischen Unterricht ein entschiedenes (allerdings nur 2 mal direkt ausgesprochenes) Bedürfnis.

3. Als ein berechtigter Wunsch erscheint es auch (2 mal), daß die für den physikalischen Unterricht ausgesetzten Mittel zur freien Verfügung des Verwalters stehen sollen, der jährlich darüber Rechenschaft abzulegen hat.

4. Eine Entschädigung des Verwalters für die Zeit, die er auf die Instandhaltung der Sammlung verwendet, wird an einer größeren Zahl von Anstalten beantragt. Es wird geltend gemacht, daß die zuverlässige Instandhaltung der Apparate und die Prüfung auf ihre Brauchbarkeit stets von neuem eines großen Zeitaufwandes bedarf, und daß auch dem Verwalter der Anstaltsbibliothek für seine Mühewaltung eine Entschädigung gewährt wird. In der Mehrzahl der Fälle (16 Anstalten) wird gewünscht, daß die Entschädigung in einer Verminderung der Pflichtstundenzahl bestehe, an 9 Anstalten wird eine Remuneration gewünscht, an einer Anstalt eins von beiden.

Es sei hierzu erwähnt, daß an zwei Anstalten (W und R) bereits eine Remuneration gewährt wird. An einer weiteren Anstalt (W) war eine Geldentschädigung oder die Herabsetzung der Maximalpflichtstundenzahl in Aussicht gestellt.

5. Im Zusammenhang hiermit steht auch der Wunsch (an 2 Anstalten), daß in Anbetracht der oft recht zeitraubenden experimentellen Vorbereitungen für den Unterricht dem Physiklehrer eine Verminderung seiner Pflichtstundenzahl gewährt werden möge.

b) Bezüglich der Unterrichtsräume und der Apparatensammlung.

6. Von mehreren Seiten wird darüber Klage geführt, daß sich bei Neubauten die Bauleitung weder mit dem Direktor, noch den Fachlehrern in Verbindung zu setzen pflege. Diese Unterlassung hat leicht zur Folge, daß die Räume nicht so beschaffen sind, wie sie den Anforderungen der Gegenwart gemäß beschaffen sein sollten. (Ein rühmliches Beispiel des Gegenteils sind die jüngsten Schulbauten der Stadt Berlin, bei denen die Wünsche der Fachleute in entgegenkommendster Weise berücksichtigt worden sind.)

7. Von etwa 45 Anstalten werden größere und geeignetere Räume, insbesondere auch getrennte Räume für Unterricht und Sammlung gewünscht. Dieser Wunsch ist in der Regel durch die tatsächlichen Verhältnisse gerechtfertigt (vgl. oben Frage I und II). Neben einem Unterrichts- und einem Sammlungszimmer wird ein besonderer Raum für die Vorbereitung von Versuchen (Frage III) von 30 Anstalten (25 G

und 5 R) gefordert. Das Verlangen nach einer Werkstatt wird von 10 Anstalten (6 G und 4 R) ausgesprochen.

Ein besonderer Raum für den Unterricht in der Chemie wird von 7 Gymnasien gewünscht, wobei zur Begründung angeführt wird, daß die physikalischen Apparate unter der Einwirkung der Chemikalien leicht leiden. Meist durchgeführt ist die Trennung des chemischen vom physikalischen Unterrichtszimmer an den Realanstalten, sie ist für diese Art von Anstalten auch ein dringendes Bedürfnis und wird, wo noch nicht vorhanden, auch von seiten der Physiklehrer vielfach gewünscht.

Daß das Unterrichtszimmer hier und da auch für anderen als den physikalischen Unterricht benutzt wird, ist ein Mißstand, der in örtlichen Verhältnissen seine Erklärung findet, und auf dessen Abstellung nach Möglichkeit hingewirkt werden muß.

Von Wert für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind auch kleine Unterrichtssternwarten, die sich an einzelnen Anstalten finden. Das Kgl. Wilhelms-G in Magdeburg besitzt eine solche mit drehbarer Kuppel, Dunkelraum und Vorraum.

8. Anschließend an Frage IX, wird von 31 Anstalten (14 G und 17 R) für die Säuberung und Instandhaltung der Apparate die Anstellung eines für diesen Zweck hinreichend vorgebildeten Dieners verlangt. Gewünscht wird, daß mindestens zeitweise, etwa regelmäßig während einiger Stunden an bestimmten Wochentagen, eine solche Hilfskraft dem Lehrer zur Verfügung stehe. An Orten mit mehreren höheren Lehranstalten könnte ein Angestellter abwechselnd an diesen tätig sein. Von 2 Anstalten wird die regelmäßige Untersuchung und Instandsetzung der Apparate durch einen Mechaniker empfohlen. Von anderer Seite (3 Anstalten) wird vorgeschlagen, der Schuldiener solle ein gelernter Mechaniker sein und zeitweilig dem Verwalter der Sammlung seine Dienste widmen. (Doch wird wieder anderswo geklagt, daß der Schuldiener, wenn er mit Reinigung usw. beauftragt werde, zu viel ruiniere.)

9. Für den Fachlehrer, namentlich an den Provinzialanstalten, ist die Beschaffung geeigneter Apparate oft mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, da er keine Gelegenheit hat, neue Apparate durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Es wird deshalb von mehreren Anstalten (3 G und 1 R) der Vorschlag gemacht, es möge eine Zentralstelle für den Bezug physikalischer Apparate eingerichtet werden, die sich zugleich mit der Prüfung und der Empfehlung derartiger Apparate zu befassen hätte. Dem gleichen Zweck dient auch der Vorschlag (3 G und 1 R), ein Museum physikalischer Apparate einzurichten, wo auch Gelegenheit geboten wäre, mit den Apparaten zu arbeiten. Erwähnt sei auch der Vorschlag (einmal), es möchten in den Provinzialhauptstädten von Zeit zu Zeit Ausstellungen physikali-

scher Apparate, vielleicht im Anschluß an gut dotierte Schulkabinette, eingerichtet werden. Bemerkenswert ist endlich noch der Wunsch einer Berliner Anstalt, es möchten für ein zu begründendes physikalisches Museum kostspielige und daher sonst unerschwingliche Apparate angeschafft und auf Wunsch an die einzelnen Anstalten ausgeliehen werden.

10. Von zwei Anstalten (G) wird regelmäßig wiederkehrende Revision der Einrichtungen für den physikalischen Unterricht durch sachkundige Kommissare der Regierung angeregt.

c) Bezüglich des Lehrplanes und der Stundenverteilung.

11. Eine Vermehrung der wöchentlichen Stundenzahl für die Physik wird besonders von einer Anzahl von Gymnasien (10 Anstalten) gewünscht. Dies entspricht den Meraner Vorschlägen der Unterrichtskommission. An 6 Realgymnasien wird Vermehrung der Unterrichtsstunden auf der Unterstufe (zum größeren Teil für UII statt 2 Stunden deren 3) gewünscht, an einer Anstalt selbst dann, wenn dafür die eine Stunde in O III ganz wegfiele. Von den Reformanstalten wünschen 4 die Vermehrung der Stunden in O II von 2 auf 3, an einer Anstalt wird die Vermehrung der Stunden in I (ebenfalls auf 3) gefordert. Auf denselben Mißstand bezieht sich der Vorschlag einer Anstalt, es möge ein Ausgleich zwischen der mit den Gymnasien übereinstimmenden Zahl der Lehrstunden und den mit den Realgymnasien übereinstimmenden Zielforderungen an den Reformrealanstalten herbeigeführt werden.

12. Die Teilung der Prima auch in Physik wird von 4 Gymnasien, die Teilung der Prima und der Sekunda von einer Anstalt gewünscht. An einer der in Betracht kommenden Anstalten sind die beiden Primen in allen übrigen Fächern bis auf Religion getrennt, nur in der Physik kombiniert. Vereinzelt (1 R) wird auch der Wunsch nach Verminderung der Maximalschülerzahl einer Klasse, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichts, ausgesprochen. (Die größte Zahl von Schülern einer Klasse beträgt an der betreffenden Anstalt 46.)

13. Die Stellung der Physik unter den übrigen Unterrichtsfächern betreffend, wird von 3 Gymnasien die Forderung erhoben, daß die Physik Prüfungsgegenstand bei der Reifeprüfung werde, bzw. daß sie überhaupt bei Aufnahme-, Versetzungs- und Reifeprüfungen höher bewertet werde. Von einem RG wird verlangt, daß die Physik zu einem Hauptfach erhoben werde, so daß bei der Abschlußprüfung gute physikalische Leistungen die nicht genügenden eines anderen Hauptfachs auszugleichen fähig seien. Von einem anderen RG wird gewünscht, daß mindestens Physik und Chemie zusammen als ein Hauptfach gerechnet werden.

14. Eine andere Verteilung der Pensen auf die einzelnen Klassen ist von mehreren Seiten (4 G) angeregt. Auf die Vorschläge soll hier nicht näher eingegangen werden, da die Lehrpläne von 1901 für die Oberstufe bereits freie Hand in der Verteilung des Lehrstoffs gewähren, und da die Unterrichtsbehörden auch für die Unterstufe Abweichungen vom Lehrplan, sofern nur die Gesamtaufgabe der Unterstufe erledigt wird, zu gestatten pflegen.

Auf die Pensumabmessung bezieht sich auch der Wunsch (1 G), daß der Physikunterricht durch Eingehen auf die Anwendungen, etwa im Sinne von Krummes Lehrbuch der Physik, mehr vertieft werde.

15. Auf die Zuteilung des Unterrichts an die vorhandenen Lehrkräfte bezieht sich der Wunsch (1 G, 1 OR), daß Mathematik und Physik möglichst in eine Hand gelegt werden möge; in diesem Falle würde auch (1 G) die Forderung leichter ausführbar sein, daß der mathematische Unterricht den physikalischen durch eine kurze Einführung in die Anfangsgründe der Differentialrechnung unterstützen solle.

16. Im Interesse der Einheitlichkeit des Unterrichts und der Instandhaltung des Kabinetts liegt dagegen der Wunsch (1 RG), daß der Physikunterricht in der Hand weniger (höchstens 3) Fachlehrer vereinigt werden möge.

17. Auf die Stundenverteilung bezieht sich der von 3 Gymnasien geäußerte Wunsch, daß sowohl der Fachlehrer, wie das Unterrichtszimmer eine Stunde vor dem Unterricht frei sein sollen, damit die nötigen Vorbereitungen getroffen werden können. (An dem Dorotheenstädt. RG in Berlin ist dieser Wunsch tatsächlich trotz der großen Zahl von Physikstunden erfüllt, und zwar wird dies dadurch ermöglicht, daß öfter zwei Physikstunden derselben Klasse hintereinander liegen.)

18. Von einer Seite (1 G) wird gewünscht, eine Wochenstunde solle so liegen, daß sie gelegentlich ausfallen könne zugunsten von Werkstätten- und Fabrikbesuchen oder von abendlichen Himmelsbeobachtungen.

d) Bezüglich der Vorbildung und Fortbildung der Lehrer.

19. Angeregt wird (von 3 G) die Ausbildung jüngerer Lehrkräfte in Handhabung der Werkzeuge für Metall- und Glasbearbeitung, namentlich im Hinblick auf die Bedürfnisse der zahlreichen Lehranstalten in kleineren Städten. Bekanntlich wird diesem Wunsche für Berlin durch die Einrichtungen der „Alten Urania“ entsprochen; es wäre sicher erwünscht, daß derartige Einrichtungen auch für andere Provinzen geschaffen würden.

20. Einberufung der Physiklehrer zu staatlichen Handfertigkeitskursen wird von zwei Anstalten gewünscht. Man vgl. hierzu den Bericht der Kommission über die wissenschaftliche Ausbildung der

Lehramtskandidaten. Dem ebenfalls geäußerten Wunsch nach Gelegenheit zur Besichtigung mustergültiger Sammlungen und Einrichtungen kommen die Jahresversammlungen des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts vielfach entgegen.

21. Gewährung einer Beihilfe für den Besuch physikalischer Fortbildungs-, bzw. Ferienkurse wird (von 3 G) gewünscht. Auch hierzu vgl. man den Kommissionsbericht über die Ausbildung der Lehramtskandidaten.

e) Anderweitige Wünsche.

22. Auf die Lehrbuchfrage bezieht sich der von einem Gymnasium (W) ausgesprochene Wunsch, daß von den einzelnen Arten höherer Schulen ihnen angepaßte besondere Lehrbücher gebraucht werden sollten. (Diesem Wunsche kann naturgemäß nur durch die Produktion von seiten der beteiligten Fachkreise entsprochen werden, und es sind auch in neuester Zeit bereits Bemühungen in dieser Richtung hervorgetreten.)

23. Die Übernahme der Unfallversicherung von seiten des Staates, beziehungsweise der Städte wird von zwei Anstalten (1 G, 1 R) beantragt.

24. Stärkere Betonung des fakultativen Zeichnens in den Oberklassen des Gymnasiums wird im Interesse physikalischer Veranschaulichungen gewünscht (1 G).

25. Periodische Wiederholung der vorliegenden Rundfragen und Bericht über die Resultate an die Lehrer und Pfleger (1 G).

III. Die Ergebnisse bezüglich des chemischen Unterrichts.

Die nachstehenden Ergebnisse erstrecken sich auf 147 Realanstalten (Realgymnasien, Oberrealschulen, Reformrealgymnasien, kombinierte Realgymnasien und Gymnasien).

Zu Frage I. Ein besonderes Unterrichtszimmer für Chemie ist in 116 Fällen vorhanden und fehlt an 31 Schulen, nämlich in OP 3, WP 1, Br 4, Pm 1, Schl 3, Sa 2, SH 4, Ha 5, W 3, R 5. — In einem Falle befindet sich das chemische Unterrichtszimmer im Keller (Sa) und in einem anderen (Pm), wo nicht nur ein Chemiezimmer fehlt, sondern auch alle übrigen für den Chemieunterricht bestimmten Räume und Ausstattungen unzureichend sind, wird ein gemeinsames Unterrichtszimmer für Physik und Chemie demnächst eingerichtet! An 29 Anstalten existiert für Physik und Chemie nur ein Unterrichtszimmer, und an einer Schule (Schl) dient das Chemiezimmer zugleich als Sammlungsraum sowie für Schülerübungen.

Zu a) und b). Ungenügende Raumverhältnisse finden sich namentlich vor an einer Anstalt (Pm), und zwar ist die Bodenfläche bedeutend unter 1 qm pro Schüler.

Zu c) und d). Vgl. die entsprechende Rubrik in den Ausführungen über Physik. Es sei hier nur noch bemerkt, daß an einer Anstalt häufig zwei oder drei Lehrer in Chemie unterrichten, in sieben Fällen (Schl, Ha, W 2, R 2 und HN) vier und in drei (R und HN 2) sogar fünf Lehrer. Solche Umstände lassen entsprechende Räume (eigenes Unterrichtszimmer wie Vorbereitungszimmer) besonders notwendig erscheinen. Vgl. hierzu Frage VIII, Nr. 3.

Zu e). Hinsichtlich der Einrichtung des Lehrzimmers fehlte es an einem Experimentiertisch noch an 7 Schulen (Pm 2, Schl 1, SH 1, Ha 2, R 1). Eine Gasleitung ist nur in einem Falle (Pm) nicht vorhanden, eine Wasserleitung fehlte an 6 Anstalten (Pm, Sa 2, Ha 2, W), einer Gebläsevorrichtung entbehrten 38 Schulen (Pm 3, Ps 2, Schl 7, Sa 5, SH 2, Ha 9, W 5, R 3, HN 2).

Zu f). Ein einfacher Abzug fehlte an zwölf Anstalten (WP, Br 2, Pm, Schl 2, Sa, Ha 2, W 2, R); an 64 ist derselbe nur von einer Seite zugänglich (OP 2, WP 4, Be 2, Br 4, Pm 3, Ps, Schl 6, Sa 9, Ha 12, W 7, R 8, HN 6).

Zu g). Anschluß des Lehrzimmers an eine elektrische Starkstromleitung ist an 75 Anstalten vorhanden (OP 3, WP 4, Be 8, Br 7, Ps, Schl 7, SH 6, Ha 11, Sa 6, W 9, R 4, HN 9), möglich ist ein solcher noch an 52 Schulen. Es wäre im Interesse der physikalischen Chemie äußerst wünschenswert, wenn eine noch größere Anzahl von Schulen sich entschließen könnte, von der vorhandenen Möglichkeit Gebrauch zu machen.

Zu Frage II. Ein besonderer Raum für chemische Geräte und Stoffe fehlt noch an einer erheblichen Anzahl von Schulen, nämlich an 58 (OP 2, WP 3, Be 2, Br 4, Pm 3, Ps 2, Schl 8, Sa 4, SH 4, Ha 4 W 8, R 11, HN 3). In 19 Fällen ist die Bodenfläche unter 20 qm, in zwei hiervon sogar unter 10 qm (Sa und Schl).

Zu Frage III. Einen Vorbereitungsraum besitzen nur 35 Schulen (Br 2, P 1, Schl 3, Sa 2, SH 3, Ha 5, W 4, R 11, HN 4); ein solcher fehlte durchweg in den Provinzen OP, WP und in Berlin (außer in den beiden Neubauten, vgl. S. 91).

Zu Frage IV. Hinsichtlich der für die Bedürfnisse des chemischen Unterrichts jährlich zur Verfügung stehenden Summe liegen die Verhältnisse insofern ähnlich wie im Physikunterricht (vgl. Abschn. II, Frage V), als es sich auch hier um einen festen oder veränderlichen Etat oder auch um Extrabewilligungen handelt. Allerdings besteht ein fester Etat nur an einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Schulen (75). In 22 Fällen ist entweder für Physik und Chemie oder für Chemie und Biologie, bzw. auch Erdkunde

zusammen eine bestimmte Summe angesetzt. Ein fester Etat fehlte überhaupt in 41 Fällen (OP 1, WP 1, Be 1, Br 2, Pm 2, Ps 1, Schl 5, Sa 3, SH 6, Ha 6, R 6, HN 7). Es wäre gewiß von großem Vorteil, wenn für die einzelnen, in verschiedenen Händen liegenden Fächer gesonderte feste Etats bestimmt würden.

Nachstehend sind einige Durchschnittszahlen von Anstalten mit festem (nur für Chemie bestimmten) Jahresetat angegeben. In zwei Fällen (Schl und Ha) bleibt der Etat unter 100 Mk., in fünf beträgt er 100 Mk. (Br, Ps, Schl, Ha 2), in elf weiteren sind Schwankungen zwischen 100 und 200 Mk. zu verzeichnen (OP, Br, Pm, Sa 2, Ha 4, W, R), 38 Anstalten (OP, WP 3, Br 3, Schl 5, Sa 4, Ha, W 4, R 17) haben zwischen 200 bis 400 Mk. zur Verfügung und 19 von 400 bis 700 Mk.

Die veränderlichen Etats sind im allgemeinen geringer als die oben festgestellten Durchschnittswerte der festen Etats. Mitunter sinkt der Etat unter 50 Mk. herab (Pm, Ha), so daß mit dieser Summe jedenfalls nicht einmal die erforderlichen Reagentien bestritten werden können.

Hinsichtlich der Extrabewilligungen zeichnen sich die Provinzen Br, Sa, W und namentlich die Rheinprovinz aus.

Zu Frage V. Chemische Schülerübungen existieren an 100 Anstalten, und zwar an den Oberrealschulen mit einer Ausnahme (Sa wegen Mangels an Raum) durchweg.

Ein besonderer Raum für diese Übungen ist vorhanden an 94 Anstalten: OP (aber im Keller), WP 2, Be 9, Br 6, Ps 2, Schl 8, Sa 9, SH 6, Ha 10, W 9, R 21, HN 11; in 17 Fällen werden die Übungen im Unterrichtszimmer, bezw. im Raum für Sammlungen abgehalten. An ca. 30 Anstalten ist kein Raum oder wenigstens vorläufig kein Raum vorhanden.

Recht ungünstig ist mitunter das Verhältnis von Arbeitsplätzen und Schülerzahl, wie einige Beispiele zeigen (die erste Zahl bedeutet Arbeitsplätze) 12:35 (Be), 20:67 (Br), 12:43, 30:70, 8:35 (Sa), 16:67 (Ha). Die Höchstzahl an Arbeitsplätzen weisen zwei Schulen in HN (mit 69, bezw. 72) auf.

Zu Frage VI. Die Geneigtheit, chemische Schülerübungen einzuführen, ist in 39 Fällen vorhanden (OP 2, WP 2, Br 4, Pm 3, Schl 5, Sa 5, SH 4, Ha 7, W 2, R 5). Keine Geneigtheit zur Einführung besteht an fünf Anstalten (Br und Ha). An zwei Schulen wurden die Übungen von der Behörde untersagt (WP und R), eine dieser Schulen sieht infolgedessen dauernd davon ab, während von der anderen die Wiedereinführung dringend gewünscht wird. An einer Schule (Br) konnten die Übungen wegen zu großer Schülerzahl nicht mehr abge-

halten werden, an einer anderen sind sie eingestellt worden, weil keine Anmeldung erfolgte.

Die Geneigtheit zur Einführung von Schülerübungen ist zum Teil an eine Reihe wohlberechtigter Wünsche geknüpft. In 17 Fällen wird gewünscht, daß die Übungsstunden in die Zahl der Pflichtstunden eingerechnet werden; die erforderlichen Räume werden von zehn Seiten gefordert, und in sechs Fällen verlangt man Mittel zur Anschaffung von Apparaten und Utensilien. Der Wunsch, die Schüler in Kurse zu trennen, die nicht stärker als 10 bis 15 sind, wird viermal geäußert. Zwei Schulen wollen die Übungsstunden den Schülern von den lehrplanmäßigen Unterrichtsstunden abziehen. Ein Lehrer hält die physikalischen Ubungen, bei denen auch chemische Operationen vorkommen, für weit wichtiger als die chemischen; ein anderer will die chemischen Übungen so erweitern, daß sie die anschauliche Grundlage des ganzen chemischen Unterrichtsganges bilden.

Zu Frage VII. In nicht weniger als 108 Fällen muß der Lehrer die Reinigung der Apparate und Gefäße selbst besorgen, an 27 Anstalten ist ihm ein Diener behilflich, an fünf Orten werden die Schüler herangezogen, und nur an sechs Anstalten (OP, WP, Sa, HN 3) besorgt der Diener allein die Reinigung. An zwei Frankfurter Schulen wird der unter Aufsicht des Lehrers arbeitende Diener von der Stadt bezahlt.

Zu Frage VIII. Die zutage getretenen Wünsche sollen in Nachstehendem auf 3 Gruppen verteilt werden:

a) Zum Etat des chemischen Unterrichts und zur Verwaltung des Kabinetts.

1. Von den 7 Anstalten, welche eine Erhöhung des Etats wünschen, schlagen 2 eine bestimmte Summe vor, und zwar eine solche von 300 Mk., in einem Falle werden die zur Verfügung stehenden Mittel von 320 Mk. als gerade ausreichend für den Materialverbrauch der Schülerübungen bezeichnet. (An der betreffenden Anstalt nehmen allerdings 67 Schüler an den Übungen teil.)

2. Der Wunsch, die von dem Lehrer für Verwaltung und Reinhaltung des Kabinetts aufzuwendende Zeit auf die Pflichtstundenzahl angerechnet zu sehen, tritt nur in einem Falle auf. Desgleichen wird nur von einer Seite angeregt, die experimentelle Vorbereitung in die Pflichtstundenzahl aufzunehmen.

b) Bezüglich der Unterrichtsräume und der Apparatensammlung.

3. Ein besonderer Raum für die chemische Sammlung und Vorbereitung usw. wird von 8 Anstalten gewünscht. Für die Trennung der physikalischen und chemischen Unterrichtsräume sprechen sich noch

4 von den 29 Anstalten aus, wo bisher nur ein gemeinsames Unterrichtszimmer vorhanden ist. Ein eigenes Wägezimmer wird von einer Schule verlangt.

4. Hilfe für Säuberung und Instandhaltung der Apparate wird von 13 Anstalten gewünscht (vergl. zur Frage VII).

c) Bezüglich des Lehrplans und der Stundenverteilung.

5. Im Interesse der genaueren Behandlung der Mineralogie, Geologie und der technischen und organischen Chemie wird in einem Falle eine Erhöhung der Stundenzahl in O II und I (um wöchentlich eine Stunde) für nötig erachtet. Ohne nähere Begründung wird noch von 2 Seiten eine weitere Chemiestunde verlangt.

6. Für praktische Übungen wird einmal eine dritte Stunde gewünscht und (einmal) an Stelle der wahlfreien Übungen eine verbindliche dritte Unterrichtsstunde, um sämtliche Schüler gleichmäßig heranziehen zu können.

7. Der Wunsch nach Trennung des Unterrichts in O I und U I kommt zweimal und der nach einer geringeren Maximalschülerzahl und Pflichtstundenzahl einmal zum Ausdruck.

8. Von 2 Seiten wird eine Entlastung des Chemieunterrichts durch Abtrennung eines besonderen Unterrichtsganges für Mineralogie (Kristallographie) und Geologie gewünscht. Auch wird die Erteilung des Geographieunterrichts in O I durch den Lehrer der Chemie, der sich mit einer Chemiestunde begnügen und in dem genannten Unterricht Geologie treiben solle, (einmal) verlangt.

9. Gleichstellung der Chemie mit der Physik (in den oberen Klassen der Oberrealschule). Die Prüfungsarbeit sei aus dem Gebiete der Physik oder Chemie anzufertigen. Auch solle die Durchschnittsleistung in Physik und Chemie ebenso bewertet werden wie in den Sprachen und der Mathematik.

10. Zuweisung des chemisch-mineralogischen Vorkursus in II an die beiden physikalischen Stunden.

11. Permanente Ausstellung chemischer Apparate.

12. Es sollen an ein und derselben Anstalt nicht mehr als zwei Lehrer den Chemieunterricht erteilen.

IV. Die Ergebnisse bezüglich des biologischen Unterrichts.

Zu Frage I. Einen besonderen Raum für die biologischen Sammlungen besaßen 111 Anstalten, er fehlte in 35 Schulen (OP 3, WP 2, Be, Br 3, Pm, Schl 5, Sa 4, SH, Ha 5, W 3, R 7). In einem Falle (Sa) befindet sich dieser Raum im Keller.

An 11 Schulen betrug die Bodenfläche dieses Raumes nur 20 qm oder darunter (Sa 4, SH, Ha 4, R, HN).

Zu Frage II. Ein besonderes Unterrichtszimmer für den biologischen Unterricht war an 27 Schulen vorhanden (WP 4, Be 2, Br, Sa 3, Ha 4, W 2, R 7, HN 4).

Zu a) und b). Darunter ist in 3 Fällen die Bodenfläche pro Schüler unter 1 qm.

Zu c). 25 dieser Unterrichtszimmer hatten einen eigenen Tisch zum Aufstellen von Präparaten.

Zu d). Gas- und Wasserleitung war in 17 biologischen Unterrichtszimmern vorhanden (WP, Be 2, Ha 4, W 2, R 6, HN 2), 3 haben nur Gas-, 1 nur Wasserleitung.

Zu e). Ein Projektionsapparat (jedoch nur in einigen Fällen mit mikroskopischem Ansatz) war in 21 Unterrichtszimmern aufgestellt (WP 3, Be 3, Br, Ha 3, W 2, R 6, HN 3), Lichtquelle 20 mal Elektrizität.

Zu Frage III. Schaukästen waren in 21 Schulen (OP, Be 2, Br, Ps, Sa 4, SH, Ha, W 4, R 3, HN 3) und Aquarien in 14 vorhanden (OP, Br, Schl 2, Sa 2, SH 3, Ha, R 2, HN 2). Großenteils befinden sich solche Vorrichtungen im Unterrichtszimmer.

Zu Frage IV. Einen festen Etat besaßen 72 Anstalten, an 34 war derselbe veränderlich, 18 teilten sich mit Physik oder Chemie oder einem anderen Fach in eine bestimmte Summe, 23 hatten Extrabewilligungen erhalten, und an 16 waren überhaupt keinerlei Mittel angesetzt, auch fehlte es in diesem Falle an Extrabewilligungen.

Ein Bild von der Höhe des Etats geben nachstehende Durchschnittszahlen, die sich jedoch nur auf Anstalten mit festem Jahresetat (71) beziehen. 2 Schulen (Schl und Ha) haben nur bis zu 50 Mk. zur Verfügung, 8 bis zu 100 Mk. (Br, Schl 4, Sa 3) und 8 weitere 100 Mk. (OP, WP, Sa, Ha, R 3, HN 1). An 22 Anstalten sind zwischen 100 bis 200 Mk. bewilligt (Be 9, Br 2, Ps, Sa, Ha 4, W, R 2, HN 2), an 24 Schulen (WP 3, Br 4, Schl, Sa 5, Ha 2, W 3, R 6) beträgt der Etat zwischen 200 und 400 Mk. Über diese Summen hinaus gehen 8 Schulen, und zwar Elberfeld (OR) mit 812 Mk., dem Höchstbetrag. Der veränderliche Etat bleibt erheblich hinter dem festen zurück, er sinkt bis unter 50 Mk. (WP, Sa, SH, W).

Extrabewilligungen sind nicht nur bedeutend geringer, sondern auch viel seltener als auf chemischem Gebiete.

Zu Frage V.

Zu a). Bereits 37 Schulen besitzen Versuchsbeete (OP 30 qm, WP 4 (306 bis 1200) [1]), Be 224,40 qm, Br 120 bis 760, Ps 98 qm, Sch 2

1) Von den in Klammern stehenden Zahlen bezeichnet die erste das Minimum und die zweite das Maximum der zur Verfügung stehenden Bodenfläche in Quadratmetern.

(100 qm), Sa 3 (30 bis 900), SH 4 (120 bis 973), Ha 4 (47 bis 1000), W 2 (180 bis 1000), R 3, HN 5 (136 bis 1200).

Zu b). Ein Schulgarten befindet sich in 64 Städten und wird von mehreren Schulen gemeinsam benutzt: OP 2 (12,5 ha), WP (4 ha, botan. Garten), Be 10 (60 qm), Br 4 (450 bis 1500 qm), Pm —, Ps 1, Schl 3 (7,07 ha), Sa 5 (800 bis 10200 qm), SH 5 (400 bis 1500 qm), Ha 8 (400 bis 3800 qm), W 3 (400 qm), R 15 (200 bis 3000 qm), HN 7 (450 bis 1200 qm).

Zu Frage VI. Von den zahlreichen für den biologischen Unterricht ausgesprochenen Wünschen und Bedürfnissen verdienen auch die vereinzelt auftretenden zumeist volle Beachtung.

a) Zum Etat des biologischen Unterrichts und zur Verwaltung des Kabinetts.

1. Eine Erhöhung der für Unterrichtszwecke verfügbaren Summe wird in 11 Fällen gewünscht, und zwar beziehen sich die Wünsche — soweit sie spezialisiert sind — auf die Beschaffung der für den Unterricht unentbehrlichsten Präparate (Skelette, Stopftiere, Spiritusmaterial, niedere Tiere) und Mittel für pflanzenphysiologische Versuche, Mikroskope u. dergl.

2. Für die auf die Instandhaltung der Sammlung zu verwendende Zeit wird von einer Seite in Form der Herabsetzung der Pflichtstunden Entschädigung verlangt.

b) Bezüglich der Unterrichtsräume und der Unterrichtsmittel.

3. Von nicht weniger als 24 Schulen wird der dringliche Wunsch nach einem besonderen Unterrichtszimmer mit sämtlichen Vorrichtungen für Demonstrationen und Experimente ausgesprochen (vgl. Frage II der Fragebogen). Speziell ein Projektionsapparat für mikroskopische Präparate wird 5 mal gewünscht. Der Wunsch einer Verbindung von Sammlungs- und Unterrichtszimmer wird 2 mal hervorgehoben.

4. Wünschenswert ist sodann (von einer Seite angeregt), daß dieses Unterrichtszimmer ein größeres Fenster (im Interesse des Mikroskopierens) besitzt.

5. Über unzureichende Räume für die Sammlungen klagen 12 Anstalten.

6. Von einer Berliner Anstalt wird ein Raum für biologische Schülerübungen verlangt, desgleichen wünschen 2 Anstalten (SH und Ha) biologische Schülerübungen.

7. Aquarien, Terrarien (und Schaukästen) werden von sechs Seiten gewünscht.

8. Dieselbe berechtigte Klage, die bereits im physikalischen Be-

richt (Frage X, Nr. 6) erwähnt wurde, nämlich „daß sich bei Neubauten die Bauleitung weder mit dem Direktor, noch den Fachlehrern in Verbindung zu setzen pflegt“ (bzw. die Wünsche der Fachleute nicht beachtet), wird auch hier von seiten der Biologen (2 mal) ausgesprochen. Man wünscht, daß die schul- und namentlich bautechnischen Aufsichtsstellen in der Begutachtung der eingereichten Baupläne an ein Regulativ gebunden werden, in welchem die Trennung der physikalischen und chemischen Unterrichtsräume, wie die Anlage eines besonderen biologischen Zimmers, in dessen unmittelbare Nähe die Sammlungen zu legen sind, unbedingt gefordert wird. (Als vorbildliche Einrichtung wird die des Kgl. Kaiserin Augusta-Gymnasiums zu Charlottenburg bezeichnet.)

9. Für die Säuberung und Instandhaltung der Sammlung wird eine geeignete Hilfe (Schuldiener oder Angestellter der Stadt für alle Schulen) erbeten (2 mal).

10. Versuchsbeete wie Schulgärten werden im ganzen von 15 Anstalten gewünscht, die Lieferung von Pflanzen durch die Stadt in zwei Fällen.

c) Bezüglich des Lehrplans und der Stundenverteilung.

11. Die Durchführung des biologischen Unterrichts durch alle Klassen, bzw. der Wunsch nach einem besonderen Unterricht auf der Oberstufe tritt 9 mal hervor. Diese an sich geringe Zahl beweist nichts gegen die im übrigen weit verbreitete Forderung, im Gegenteil; denn eine diesbezügliche Frage war von seiten der Kommission überhaupt nicht gestellt worden.

12. Sowohl biologische, als auch geologische Exkursionen werden (3 mal) unter der Voraussetzung befürwortet, daß sie als Pflichtstunden angerechnet werden (und zwar sollen 4 St. Exkursion 2 Unterrichtsstunden gleichgesetzt werden).

13. Für diese Exkursionen soll eine bestimmte Summe zur Verfügung stehen (1 mal).

14. Die Erteilung botanischer lehrplanmäßiger Stunden im Freien soll grundsätzlich nicht verweigert werden (1 mal).

15. In dem Umstand, daß der physikalische Vorkursus der O III zugewiesen ist, erblickt man (2 mal) eine Beeinträchtigung der Biologie, da die Botanik fast ganz ausfalle. Es wird gewünscht, daß die betreffenden Stunden wieder (wie früher) für den biologischen Unterricht verwendet werden (1 mal).

16 Der Zeichensaal soll für mikroskopische Untersuchungen freigegeben werden.

d) Bezüglich der Vorbildung der Lehrer.

17. Der biologische Unterricht soll nur von akademisch gebildeten Lehrern erteilt werden, die eine Facultas in diesem Fache besitzen.

V. Zusammenfassung.

Als ein sehr wichtiges Ergebnis der Fragebogen muß die Tatsache bezeichnet werden, daß nicht weniger als 77 Proz. aller höheren Lehranstalten sich grundsätzlich für die Einrichtung praktischer physikalischer Schülerübungen ausgesprochen haben. Die Kommission erblickt hierin eine schwer wiegende Bestätigung ihres bereits im Meraner Bericht (Verhandlungen 1905 I, S. 170 u. 177) gemachten Vorschlages, solche Übungen an den Realanstalten als obligatorische, an den Gymnasien als wahlfreie anzusetzen.

Auch die Frage, woher die Zeit für diese Übungen an den Realanstalten zu nehmen sei, ist durch die in den Fragebogen zutage getretenen Meinungsäußerungen, wenn auch nicht gelöst, so doch ihrer Lösung näher geführt worden. Es dürfte demnach wohl als ausgeschlossen anzusehen sein, daß die ohnehin schon beträchtliche wöchentliche Gesamtstundenzahl noch eine Vermehrung erfährt, ebensowenig aber werden die jetzt bereits lehrplanmäßig für die Physik angesetzten drei Stunden dafür ausreichende Gelegenheit bieten. Es muß vielmehr versucht werden, durch Zeitersparnis an anderen Stellen des Lehrplans die erforderlichen Stunden frei zu machen.

Es hat nicht in der Kompetenz der Kommission gelegen, in eine nähere Erörterung hierüber einzutreten, sie hat vielmehr geglaubt, dies den weiteren Überlegungen und Entschließungen der Schulvorstände und Schulverwaltungen überlassen zu müssen. Doch sei darauf hingewiesen, daß inzwischen von mehreren Seiten Versuche gemacht sind, die noch vorhandenen Schwierigkeiten zu überwinden. So hat die Sektion Bayern des Vereins zur Förderung des mathemathischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts einen Lehrplanentwurf veröffentlicht, der mit geringen Verschiebungen bereits dem in Rede stehenden Bedürfnis Rechnung zu tragen geeignet ist.[1]) Auch haben die amtlichen Lehrpläne für die neuen bayrischen Oberrealschulen bereits die Schülerübungen dem physikalischen Unterricht organisch eingefügt und dementsprechend die Gesamtzahl der Physikstunden auf 18 erhöht. Da ferner von seiten der preußischen Regierung nun schon wiederholt Mittel zur Förderung der Übungen in den Etat eingestellt worden sind (vgl. Abschn. II, Frage VII), so gibt sich die Kommission der Hoffnung hin, daß diese Sache nunmehr einen kräftigen Fortgang nehmen wird.

In betreff der chemischen Schülerübungen, die bereits an der Mehrzahl der Realanstalten (100 von 134) bestehen, befürwortet die Kommission deren Ausdehnung auf alle Realanstalten. Sollten die

1) Vgl. auch Zeitschr. für den physikalischen und chemischen Unterricht XX, S. 120 (1907).

dafür bisher angesetzten, in der Regel fakultativen Stunden zu obligatorischen werden — wie die Kommission bereits in ihrem ersten Bericht empfohlen hat —, so muß die Frage nach der hierfür erforderlichen Zeit im Zusammenhange mit der Frage nach der Zeit für die physikalischen Übungen gelöst werden. Entsprechendes gilt für die biologischen Übungen. Auch sei daran erinnert, daß nach der im früheren Bericht ausgesprochenen Meinung der Kommission die chemischen und biologischen Übungen nicht neben den physikalischen, sondern abwechselnd mit ihnen abgehalten werden sollen.

Im Anschluss an die übrigen Ergebnisse der Fragebogen stellt die Kommission eine Reihe von Anforderungen und Wünschen auf, denen die Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu entsprechen haben, sofern der Erfolg des Unterrichts keine Beeinträchtigung erfahren soll. Es sei indes anerkannt, daß gerade durch die Fragebogen erfreuliche Fortschritte auf diesem Gebiete dargetan worden sind, und daß namentlich auch den größeren Stadtgemeinden große und dankenswerte Verdienste in dieser Richtung nachgerühmt werden müssen. Noch einmal erwähnt sei besonders die große Zahl von Anschlüssen an elektrische Starkstromanlagen (vgl. Abschnitt II, Frage If) und das weit verbreitete Interesse für die Anlage von Schulgärten und Versuchsbeeten für den botanischen Unterricht (Aschnitt IV, Frage V).

Es folgen nun die weiteren Vorschläge und Wünsche der Kommission bezüglich der Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

A. Zum Etat des naturwissenschaftlichen Unterrichts und zur Verwaltung der Sammlungen.

1. Eine Erhöhung der Summe für die Bedürfnisse des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist an vielen Anstalten dringend wünschenswert. Doch nimmt die Kommission Abstand davon, bestimmte Beträge in Vorschlag zu bringen, zumal die Höhe der erforderlichen Summe von der Größe und Art der Anstalten und von lokalen Verhältnissen abhängig ist. Dagegen befürwortet sie nachdrücklich, daß für diese Bedürfnisse an jeder Anstalt eine feste jährliche Summe in den Etat eingestellt wird, und daß davon bestimmte Beträge dem physikalischen, dem chemischen und dem biologischen Unterricht überwiesen werden (Abschn. II, Frage X 1; Abschn. III, Frage VII 1; Abschn. IV Frage VI 1).

Die Verfügung über diese Beträge soll dem Verwalter der betreffenden Sammlung, im Einvernehmen mit den übrigen Lehrern des Faches, zustehen. Der Verwalter hat darüber jährlich Rechenschaft abzulegen; doch sollte ihm ein kleiner Dispositionsfonds angewiesen

sein, um geringwertige Verbrauchsgegenstände ohne umständliche Rechnungslegung zu beschaffen.

2. Angesichts der nicht geringen Mühe, die insbesondere der Verwalter der physikalischen Sammlung aufzuwenden hat, empfiehlt die Kommission, ihm eine angemessene Entschädigung zuzubilligen, die in einer Remuneration oder je nach Umständen auch in einer Verminderung der Pflichtstundenzahl bestehen kann (Abschn. II, Frage X 2). Entsprechendes gilt auch hinsichtlich der Verwaltung des chemischen Laboratoriums und hinsichtlich der Mühewaltung behufs Beschaffung und Präparation von Objekten für den biologischen Unterricht.

B. Bezüglich der Unterrichtsräume und der Sammlungen.

3. Für den physikalischen Unterricht ist ein besonderes Unterrichtszimmer von ausreichender Größe erforderlich, das ausschließlich für diesen Unterricht benutzt wird. Letzteres ist namentlich auch deswegen geboten, weil das Zimmer in der unterrichtsfreien Zeit dem Lehrer für Vorbereitung von Versuchen und für Aufstellung von Apparaten zur Verfügung stehen muß, und weil andererseits Unberufene von etwa aufgestellten Apparaten fern gehalten werden müssen (Abschn. II, Frage I a und b und Frage X 7).

4. Zur Einrichtung des physikalischen Unterrichtszimmers gehört ein eigener Experimentiertisch, der nicht mit allen Kunstmitteln der heutigen Demonstrationstechnik ausgerüstet zu sein braucht, aber mit Gasleitung und gegebenenfalls mit elektrischen Anschlüssen versehen sein muß. Außerdem ist Wasserleitung und eine Abzugsvorrichtung für schädliche Gase erforderlich. Eine Projektionsvorrichtung darf nicht fehlen und ist, wenn kein elektrischer Anschluß vorhanden ist, wenigstens mit Kalk- oder Zirkonlicht zu versehen. Die Benutzung direkten Sonnenlichts ist sehr wünschenswert, doch braucht das Unterrichtszimmer darum nicht unbedingt nach Süden zu liegen, sofern nur Vorkehrungen getroffen werden können, um gleichwohl das Sonnenlicht bis in das Unterrichtszimmer zu leiten (Abschn. II, Frage I e, f, g, h; vgl. auch Frage X 1).

5. Für die physikalische Sammlung ist ein besonderer, vom Unterrichtszimmer getrennter Raum erforderlich, dessen Größe so ausreichend bemessen sein muß, daß die Nötigung entfällt, Apparate oder Schränke mit solchen auf dem Flur aufzustellen (Abschn. II. Frage II).

6. Ein physikalisches Vorbereitungszimmer mit Gas- und Wassereinrichtung, eventuell mit elektrischem Anschluß ist namentlich an solchen Anstalten erforderlich, wo mehrere Physiklehrer nebeneinander unterrichten (Abschn. II, Frage X 7).

7. Wünschenswert ist auch eine kleine Werkstatt mit Drehbank

und sonstigem Zubehör. Wenn auch die Beschäftigung mit derartigen Arbeiten von dem Fachlehrer nicht gefordert werden kann, so müßte doch dem, der dazu Neigung hat, im Interesse des Unterrichts die Gelegenheit gegeben werden. Das Bedürfnis danach wird wachsen, je mehr auch im Hochschulunterricht die Ausbildung einer gewissen Handfertigkeit gepflegt wird (Abschn. II, Frage X 7). Auch im Hinblick auf manche Reparaturen ist das Vorhandensein einer Werkstatt von Wert.

8. Ein besonderes Unterrichtszimmer für den chemischen Unterricht ist an Realanstalten unbedingt notwendig; dafür spricht schon der Umstand, daß an der Mehrzahl der Anstalten (116 von 147) ein solches bereits vorhanden ist. An Gymnasien ist die Trennung des chemischen vom physikalischen Unterrichtsraum mindestens wünschenswert, namentlich sobald der chemische Unterricht an diesen Anstalten eine Verstärkung erfahren haben wird.

9. Auch für die chemische Sammlung ist ein besonderer Raum wünschenswert, der zugleich als Vorbereitungsraum dienen kann, besonders an solchen Anstalten, wo das Unterrichtszimmer stark beansprucht ist.

10. Überaus dringlich ist das Bedürfnis nach einem besonderen biologischen Unterrichtszimmer, das auch alle erforderlichen Vorrichtungen für Demonstrationen und Experimente, insbesondere auch einen Projektionsapparat enthalten muß. Ein solches Unterrichtszimmer ist schon jetzt an allen Anstalten um so nötiger, je mehr der naturkundliche Unterricht in einen wirklich biologischen übergeführt wird; der Unterricht im Klassenzimmer schließt nicht nur die meisten Experimente sowie verschiedene Demonstrationen und solche Beobachtungsaufgaben (beispielsweise an Pflanzenkulturen) aus, die sich über längere Zeiträume erstrecken; er hat auch den Nachteil, daß die Präparate durch den Transport nach den einzelnen Klassenzimmern leicht Schaden leiden, und daß zudem Zeitverluste für Lehrer und Schüler entstehen. Das Bedürfnis wird noch zunehmen, wenn der biologische Unterricht sich auch auf die Oberklassen erstrecken wird. (Bei Neubauten, z. B. auch in Berlin, ist bereits diesem Bedürfnis Rechnung getragen.)

11. Ein besonderer und ausreichender Raum für die biologischen Sammlungen, der bisher am vierten Teil selbst der Realanstalten noch fehlt, gehört zu den selbstverständlichen Voraussetzungen des biologischen Unterrichts aller höheren Lehranstalten. Auch liegt es in der Natur der Sache, daß Sammlungs- und Unterrichtszimmer in Verbindung miteinander stehen müssen. (Abschn. IV, Frage I und VI 5.)

12. Für den biologischen Unterricht wichtige Einrichtungen sind auch Schulgärten und Versuchsbeete. Während der Schulgarten

in erster Linie für die Groß- und Mittelstädte unentbehrlich ist, dürfte das Versuchsbeet auch an den in kleineren Städten liegenden Anstalten nicht fehlen. (Abschn. IV, Frage V und VI 10.)

13. Die Aufstellung von Aquarien, Terrarien und Schaukästen wird auch von seiten der Kommission aufs wärmste empfohlen (Abschn. IV Frage VI 7).

14. Mit der wachsenden Anerkennung des Wertes der praktischen Schülerübungen wird auch die Beschaffung besonders dafür eingerichteter Räume zu einer Notwendigkeit. Während für die chemischen Übungen an Realanstalten bereits vielfach solche Räume vorhanden sind, fehlen sie für die physikalischen Übungen noch fast gänzlich, und sobald biologische Übungen angestellt werden sollen, wird auch für diese ein Raum zur Verfügung stehen müssen.

15. Für die Säuberung und Instandhaltung der Apparate sollte durch Heranziehung einer geeigneten Hilfskraft, wo möglich eines in mechanischen Arbeiten geschulten Dieners, Sorge getragen werden. Wo dies nicht zu erreichen, müßte wenigstens in regelmäßigen Zwischenräumen Reinigung und Revision der Apparate durch einen Mechaniker erfolgen; die Kosten dafür müßten, namentlich bei nicht sehr reichlich bemessenem Etat, eigens angewiesen werden. Es ist ohne Frage ein unwürdiger Zustand, daß vielfach dem ältesten Fachlehrer eine Aufgabe zufällt, die von untergeordnetem Hilfspersonal ausgeführt werden kann. Es sei hier darauf hingewiesen, daß an den höheren Lehranstalten Frankreichs dem Fachlehrer längst ein geschulter Diener für diese Zwecke unterstellt ist. (Abschn. II, Frage IX und X 5; Abschn. IV, Frage VI 9.)

Das Bedürfnis nach einer ständigen Hilfskraft wird noch größer werden, wenn die Schülerübungen allgemein zur Einführung gelangt sein werden. (Abschn. II, Frage VIII; vgl. auch den Meraner Bericht der Kommission, Verhandlungen der Meraner Versammlung, Teil I, S. 176.)

16. Was Neubauten von Schulgebäuden betrifft, so sollten Vorkehrungen dafür getroffen werden, daß die Anforderungen an die Zahl und Beschaffenheit der Räume, insbesondere auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht, bei der Aufstellung des Bauplans beachtet werden, und daß dem Direktor und den Fachlehrern grundsätzlich eine Mitwirkung hierbei zugewiesen wird. Es ist auch wünschenswert, daß Direktor und Fachlehrer bei der Neuausstattung der Unterrichtsräume rechtzeitig gehört und deren Vorschläge nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Es empfiehlt sich nicht, daß die Ausstattung insgesamt von seiten der Bauleitung einer Firma übertragen wird, die ihr Schema in Anwendung bringt, ohne genügend zu beachten, ob dadurch den räumlichen Bedingungen und den Bedürfnissen des Unterrichts entsprochen wird. (Abschn. II, Frage X 3; Abschn. IV, Frage VI 8.)

Zu wenig beachtet ist bisher bei Neubauten auch die Anbringung einer Plattform auf dem Dache, die für astronomische Beobachtungen geeignet ist, und unter der sich ein Raum zur Aufbewahrung von Instrumenten befindet. Dies wäre zweckmäßiger als die vielfach üblichen architektonisch wirksamen, aber im übrigen unnützen Kuppeln und Türmchen. (Vgl. Abschn. II, Frage X 4.)

C. Anderweitige Wünsche.

17. Der Einrichtung einer Zentralstelle für den Bezug physikalischer Apparate (Abschn. II, Frage X 6) kann die Kommission nicht beipflichten, da hierdurch der freie Wettbewerb der mechanischen Werkstätten unterbunden und auch die Freiheit des Lehrers bezüglich der Auswahl der Apparate stark beeinträchtigt würde. Wohl aber glaubt sie den Vorschlag der Errichtung eines Museums naturwissenschaftlicher Lehrmittel warm befürworten zu sollen. Der Gedanke, daß ein solches Museum zu gründen sei, ist bereits von dem verewigten Bernhard Schwalbe ausgesprochen worden und verdient auch heute noch die ernstliche Beachtung der maßgebenden Stellen. In einem solchen Museum müßte auch den Lehrern Gelegenheit geboten sein, mit den vorhandenen Apparaten zu arbeiten; die Verwaltung des Museums hätte sich auch mit der Prüfung und Empfehlung von Apparaten zu befassen und Auskunft auf alle einschlägigen Fragen zu erteilen. (Abschn. II, Frage X 6.)

18. Die Forderung, daß bezüglich des naturwissenschaftlichen Unterrichts die Versicherung der Schüler gegen Unfälle, namentlich auch angesichts der Bestimmungen des Haftpflichtgesetzes, von seiten des Staats, bzw. der Stadtverwaltungen übernommen werde, erscheint besonders auch im Hinblick auf die Gefahren bei Schülerübungen und die möglichen Unfälle bei Exkursionen berechtigt und wird deshalb auch von seiten der Kommission befürwortet (Abschn. II, Frage VIII und Frage X 23).

Von den sonstigen aufgetretenen Wünschen gehört ein Teil nicht in den Rahmen des vorliegenden Berichts, ein anderer Teil ist an anderer Stelle (in dem Bericht über die Vorbildung der Lehramtskandidaten) berücksichtigt. Zu einer Reihe weiterer Wünsche hat die Kommission nicht Stellung nehmen wollen; sie stellt ihre Erörterung und Geltendmachung den nächstbeteiligten Kreisen anheim.

III.

Die Behandlung der Milch.

Von

W. Hempel.

Nach D. Benkemann beträgt die in Deutschland produzierte Kuhmilchmenge 19 Milliarden Liter jährlich, deren Wert am Produktionsorte, das Liter zu 9 Pfg. gerechnet, etwa 1700 Millionen Mark ist, hierzu kommen 60 Millionen Liter Ziegenmilch im Werte von 9 Millionen. Bedenkt man, daß die Milch mit 15, 20, 25, 30 und 50 Pfennigen zum Verkauf kommt, so sieht man, daß der Verkaufswert der gesamten in Deutschland gewonnen Milch weit über 2000 Millionen ist. Um eine vergleichende Schätzung dieser Zahlen möglich zu machen, erwähne ich, daß Deutschlands Roheisenproduktion etwa 986 000 000 Mark, Deutschlands Kohlenproduktion etwa 1170 Millionen Mark beträgt.

Während viele Nahrungsmittel in dem letzten Vierteljahrhundert eine sehr große Preissteigerung erfahren haben, ist dies bei der Milch nicht der Fall. Hier in Dresden kostete das Liter Milch 1882 in der Molkerei 12—12 1/2 Pfg., heute wird auch nicht mehr bezahlt.

Bei einer Preissteigerung der Milch um 5 Pfg. pro Liter handelt es sich um etwa 1000 Millionen für ganz Deutschland, und doch scheint es mir unbedingt nötig, daß wir den Landwirten für gewisse Milchsorten noch sehr wesentlich mehr bewilligen müssen als eine Preiserhöhung von 5 Pfg. pro Liter, um es zu ermöglichen, daß dieses notwendige Nahrungsmittel in einem Zustande von tadelloser Beschaffenheit geliefert wird.

Die Milch ist eine höchst kompliziert zusammengesetzte Flüssigkeit. Die alte Anschauung, daß man es im wesentlichen mit einer Lösung von Milchzucker, Kasein und Salzen, die mit Fett eine Emulsion bilden, zu tun hat, ist durch die neueren Forschungen in vielfacher Weise erweitert worden.

Nebenstehende Tabelle gibt nach RAUDNITZ die mittlere Zusammensetzung der hauptsächlichsten für uns in Frage kommenden Milcharten.

Man nahm vielfach an, daß die chemische Zusammensetzung für jede Tiergattung nur in ganz engen Grenzen schwanke, so daß man für die Säuglingsernährung, wo die Zusammensetzung der Milch naturgemäß von der größten Bedeutung ist, für den praktischen Fall in ausreichender Weise aus einer Kuhmilch eine der Frauenmilch entsprechende Nahrung darstellen könne, wenn man durch Verdünnen mit Wasser den Gehalt an Kasein auf den der Frauenmilch brachte und dann durch Zusatz von Milchzucker und Milchfett diese Bestandteile ebenfalls auf das richtige Maß erhöhte.

Nach der Entdeckung der Bakterien und der Erkenntnis der Tatsache, daß eine sehr große Zahl von Kühen in unseren Ställen tuberkulös ist, glaubte man eine hygienisch einwandfreie Milch zu haben, wenn man die Milch kochte oder nach dem Vorgang von PASTEUR und SOXLEHT behandelte.

Millionen von Kindern sind in dieser Weise mit Erfolg groß gezogen worden. Es hat sich aber gezeigt, daß die so verabreichte Milch in einer sehr großen Zahl von Fällen versagte, so daß man sich nicht der Erkenntnis verschließen konnte, daß die Kinder, die bei dieser Ernährung gediehen, es nur ihrer guten Konstitution verdankten.

Seit einer Reihe von Jahren haben wir einen gewaltigen Umschwung, die maßgebenden Ärzte sind alle der Ansicht, daß die Mutterbrust unersetzlich ist, so daß es eine der wichtigsten Aufgaben der Frau ist, ihr Kind zu ernähren, wenn sie irgend dazu imstande ist. Kann die Mutter das Kind nicht selbst nähren, so wird eine Amme die beste Aushilfe sein, die als Ersatz in Frage kommen kann. Ist auch diese nicht zu beschaffen, so dürfte die rohe Tiermilch in entsprechender Verdünnung, mit den gebotenen Zusätzen versehen, im Falle nicht Krankheit eine andere Ernährung notwendig macht, die beste Ernährungsweise ermöglichen.

Die neuen Forschungen haben gezeigt, daß die Sache nicht so einfach liegt. Ganz abgesehen davon, daß vielleicht die Eiweißkörper und Kaseine der Milch verschiedener Tierarten chemisch verschiedene Zusammensetzung haben, finden sich auch sehr große Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch, ohne daß Krankheit vorliegt, sowohl beim Menschen, als auch bei den Tieren, so daß man keineswegs berechtigt ist, anzunehmen, daß eine naturgemäße Nahrung für ein Kind der in obiger Tabelle gegebenen mittleren Zusammensetzung zu entsprechen habe. In Tafel II sind Analysen von guter Frauenmilch gegeben, wo nach dem Urteil von Dr. ROTCH, Professor der Kinderheilkunde an der Harvard Universität, sowohl Mutter wie Kind gesund waren, und das Kind gut zunahm und gut verdaute.

Tafel I.

Zusammensetzung verschiedener Milcharten nach Raudnitz

(mit einigen Anderungen).

	Frau	Kuh	Ziege	Esel	Pferd
Wasser	86,4	88,0	85,5	91	90—92,5
Trockensubstanz	13.6	12	14,5	11,15	7,5—10
Verbrennungswärme pro Liter	736—790	672	803	427—490	—
Fett	5	3,4	4,7—9,2	1	0,6—1,3
Schmelzpunkt des Fettes	30°—34°	31°—34,6°	30—35°	15—17,5°	—
Kasein	0,6—1	3	2,85—3,8	0,94	2,78
Laktalbumin und Laktoglobulin	0,5	0,3	1,2	0,53	0,3
Lecithin	1,7—1,86	0,9—1,13	0,5	0,024—0,061	1,18
Willmaack Nulkeon	0,124	0,0566	0,11	0,12	—
Milchzucker	6,4	4,4	2—5	5—6,6	4,7—6
Zitronensäure	0,005—0,07	0,12—0,2	0,1—0,15	—	—
Asche	0,14—0,28	0,7	0,77—1	0,5	0,3
Phosphorsäure der Asche	0,046	0.24	0.28	0,15	—

Außerdem geringe Mengen von Fermenten, Superoxydase, Reduktase, Aldehydase, Peroxydase, Amylase, glykolytisches Ferment, Lipase, Salolase, proteolytisches Ferment, Fibrinferment, Körper mit baktericiden Eigenschaften.

Nicht hineingehörig Bakterien und Schmutz.

Frauenmilch.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fett	5,16	4,88	4,84	4,37	4,11	3,82	3,80	3,70	3,30	3,16	2,96	2,36	2,09	2,02
Milchzucker .	5,68	6,20	6,10	6,30	5,90	5,70	6,15	6,95	7,30	7,20	5,78	7,10	6,70	6,55
Proteinstoffe .	4,14	3,71	4,17	3,27	3,71	1,08	3,53	2,04	3,07	1,65	1,91	2,20	1,38	2,12
Asche	0,17	0,19	0,19	0,16	0,21	0,20	0,20	0,14	0,12	0,21	0,21	0,16	0,15	0,15
Trocken-substanz . .	15,15	14,98	15,30	14,10	13,93	10,80	13,68	12,89	13,79	12,22	10,77	11,82	10,32	10,84
Wasser . . .	84,85	85,02	84,70	85,90	86,07	89,20	86,32	87,11	86,21	87,78	89,23	88,18	89,68	89,16

Ein flüchtiger Blick lehrt, daß mit Ausnahme des Zuckers alle anderen Bestandteile enorme Schwankungen zeigen.

Tafel III gibt eine Anzahl von Analysen der Milch von Kühen verschiedener Rassen.

Es ist interessant und sehr bedeutungsvoll, daß mit Ausnahme des Fettes alle anderen Bestandteile in der Kuhmilch viel geringeren Schwankungen unterliegen als bei der Frauenmilch, so daß sich in der Tat mit einer Fettbestimmung, die glücklicherweise sehr leicht und ganz exakt in kurzer Zeit gemacht werden kann, eine Kuhmilch ihrer Zusammensetzung nach für die meisten Fälle in ausreichender Weise beurteilen läßt.

Unter dem Einfluß der eminenten Erfolge, die durch die bakteriologischen Forschungen erreicht worden waren, glaubte man eine Zeit lang, in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, von der von altersher bewährten Verabreichung der rohen Milch ohne Bedenken absehen zu dürfen. Nach und nach stellte es sich heraus, daß die mit gekochter Milch groß gezogenen Kinder zum Teil nicht gediehen.

Gedrängt durch das Bedürfnis, unternahm in Amerika auf Anregung von Professor Walker die Walker Gordon Co. im großartigsten Maßstabe die Produktion von guter und reiner Milch, bei uns in Deutschland, ebenso in Frankreich, entstanden an vielen Orten sogenannte Kurställe, in Dänemark Genossenschaften zur Gewinnung möglichst reiner und guter Kuhmilch. In den maßgebenden Kreisen ist man völlig einig, daß es wünschenswert ist, für einen viel höheren Preis, als man gewohnt ist für gewöhnliche Milch zu zahlen, wirklich gute Milch zu produzieren. Lange Zeit gingen jedoch die Meinungen darüber weit auseinander, ob es unter den gegenwärtigen Verhältnissen angängig wäre, derartige Milch im ungekochten und unpasteurisierten Zustande zu verwenden. Die allgemeine Ansicht ging dahin, daß die Veränderungen, welche die Milch durch Erhitzen erfährt, so unerheblich seien, daß man sie gegenüber dem großen Vorteil, welcher in der so leicht herstellbaren Freiheit von pathogenen Keimen liegt, nicht in Betracht zu ziehen brauche.

Als im Jahre 1894 Walter Hesse fand, daß in roher Kuhmilch Cholerabazillen absterben, in gekochter Milch sich hingegen in ausgezeichneter Weise entwickeln, bin ich in einem Aufsatz „Zur Frage der Säuglingsernährung“ in der Deutschen medizinischen Wochenschrift dafür eingetreten, man möge die Milch von gesunden Tieren in möglichster Reinheit gewinnen und im rohen Zustande verbrauchen.

Es fand sich aber damals bei uns kein Landwirt, der willens gewesen wäre, die hierfür nötigen Einrichtungen zu treffen. Inzwischen ist eine große Zahl ausgezeichneter Arbeiten gemacht worden, aus denen hervorgeht, daß die Milch eine Anzahl von Fermenten enthält, die man als Superoxydase, Reduktase, Aldehydase, Peroxydase, Amylase,

Tafel III.

Kuhmilch.

	Durham oder Shorthorn	Devonshire	Ayrshire	Holstein	Braune Schweizer	Jersey	Gewöhnliche amerikanische Landkuh	Bessere amerikanische Landkuh
Fett	4,04	4,09	3,89	2,88	4,00	5,21	3,09	4,01
Milchzucker	4,34	4,32	4,41	4,33	4,30	4,52	4,35	4,36
Proteinstoffe	4,17	4,04	4,01	3,99	4,00	3,99	4,09	4,06
Asche	0,73	0,76	0,73	0,74	0,76	0,71	0,73	0,74
Trockensubstanz	13,28	13,21	13,04	11,94	13,06	14,43	12,86	13,17
Wasser	86,72	86,79	86,96	88,06	86,94	85,57	84,14	86,83
Täglich gelieferte Milchmenge	groß	klein	klein	sehr. groß	klein	klein	groß	klein

glykolytisches Ferment, Lipase, Salolase, proteolytisches Ferment, Fibrinferment und baktericide Stoffe bezeichnet hat.

Durch das Eintreten einer Anzahl unserer hervorragendsten Kinderärzte und vor allem durch Behrings Verwendung für die ungekochte Milch ist dieser Ansicht eine große Zahl von Anhängern gewonnen worden. Diesseits und jenseits des Ozeans hat man versucht, das Problem der Gewinnung einwandfreier Milch zur Ernährung von Säuglingen, Kindern und Kranken mit ungekochter Milch zu lösen.

Es sind inzwischen Arbeiten gemacht worden, durch die zahlenmäßig nachgewiesen ist, warum die gekochte Milch weniger bekömmlich ist als die ungekochte. Behring hat darauf hingewiesen, daß bei nach dem Bangschen Verfahren mit gekochter Kuhmilch groß gezogenen Kälbern, obgleich man in dieser Weise mit Erfolg die Erkrankung an Perlsucht bekämpfen kann, die Aufzuchtsverhältnisse der Tiere keineswegs gebessert worden sind. Er sagt[1]): „Ich habe im Laufe der letzten Jahre auch eigene Beobachtungen gesammelt, welche beweisen, daß die Kälberernährung mit sterilisierter Milch zwar ein rationelles Mittel im Kampf gegen die Perlsucht, aber ein sehr unzweckmäßiges Mittel im Kampf gegen das frühzeitige Kälbersterben und die chronischen Ernährungsstörungen der Kälber ist." Nach ihm beginnt die gesundheitsschädigende Milchveränderung bei Kälberernährungsversuchen bei einem Erhitzen von frisch gemolkener und reinlich gewonnener Milch auf 75°, wenn diese Temperatur länger als 30 Minuten einwirkt. Milch, welche bakterienreich geworden ist, wird durch Erhitzen viel schneller zersetzt als reine Milch. Verdauungsversuche mit Pepsin-Salzsäure und Pankreatin ergaben, daß von dem ursprünglichen Gehalt an Milcheiweißstoffen im Gesamtbetrage von 3,67 Proz. bei vollkommen gleichgestalteter Versuchsanordnung ungekochte Milch 11 Proz. unverdauten Rest ließ, während einmalig momentan auf 100° erhitzte Milch 18 Proz. und zweimalig kurz aufgekochte Milch 30 Proz. unverdauten Rückstand gab.

Es zeigte sich, daß in der erhitzten Milch das Albumin bis auf einen minimalen Rest denaturiert worden war, so daß es wie die Albumosen mit in die Kaseinfällung übergeht.

Untersuchungen, welche auf Veranlassung von Professor Renk in der technischen Hochschule in Dresden von dem Studierenden Krusps gemacht worden sind, ergaben, daß der Albumingehalt der Kuhmilch von 0,4 Proz. durch 5 Minuten andauerndes Erhitzen auf 0,13 Proz. heruntergesetzt wurde.

Beide Versuchsreihen zeigen in Zahlen, daß die Milch durch Kochen weitgehende Zersetzung erleidet.

---

1) Katalog der Ausstellung für Säuglingspflege in Berlin 1906. „Experimentelle Ergebnisse betreffend die Veränderungen der Nährstoffe und Zymase in der Kuhmilch unter dem Einfluß hoher Temperaturgrade."

Sie geben keinen Aufschluß über das Verhalten der in der Milch enthaltenen mannigfachen Fermente und anderen Stoffe, die wahrscheinlich von Einfluß auf die Verdaulichkeit der Milch sind.

Es schien von besonderem Interesse, eine Reihe von Versuchen anzustellen, um zu erforschen, wie sich die in der Milch enthaltenen baktericiden Stoffe unter verschiedenen Bedingungen verhalten, und ob dieselben bei verschiedenen Tieren und Tierrassen in gleichem Maße vorhanden sind.

W. Hesse und ich haben darum eine darauf bezügliche Untersuchung unternommen. Es wurden Frauenmilch, die Milch verschiedener Kühe aus dem Rassestall der hiesigen tierärztlichen Hochschule und Eselsmilch in der Weise untersucht, daß man sie in möglichst gleicher Weise mit Reinkulturen von Cholera- und Typhusbazillen versetzte; den so erhaltenen Mischungen wurden einerseits sofort, nach 2 Stunden, nach 4 Stunden und nach einem Tag gemessene Quantitäten entnommen und nach der Mischung mit Nähragaragar Platten gegossen.

Die Versuche lehrten, daß alle Milchsorten im rohen Zustande die Eigenschaft haben, das Wachsen von Cholerabazillen zu beeinträchtigen, einige wenige wirkten auch hemmend auf die Entwicklung der Typhusbazillen. Dabei zeigten sich Unterschiede je nach der Rasse der Tiere.

Bei größter Milchproduktion hatte die Milch des ostfriesischen Viehs die stärksten baktericiden Eigenschaften.

Wichtig ist bei derartigen Versuchen, daß man nicht zu große Massen von Bazillen in die zu untersuchende Milch bringt, da eine gewisse Quantität von Milch nur eine gewisse Quantität Bazillen zum Absterben zu bringen vermag. Die Vorgänge spielen sich nach stöchiometrischen Verhältnissen ab. Ich möchte besonders hervorheben, daß die baktericiden Eigenschaften der rohen Milch ganz beschränkt sind. Die Milch ist ein trefflicher Nährboden für die Milchsäurebakterien.

Weitere Versuche lehrten, daß Kochen, ja selbst schon ein Erhitzen auf 60° C. die baktericiden Eigenschaften der Milch vollständig zerstört.

Auch verliert die Milch durch Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd in Mengen von 0,01 Proz. entschieden an ihrer baktericiden Kraft, während nach Zusatz von Formaldehyd die Milch die bakterientötende Kraft behält.

Abkühlung der Milch auf 20, 79, ja auch auf 170° C. unter dem Gefrierpunkt beeinflußt die baktericiden Eigenschaften in keiner Weise. Colostrumhaltige Milch des Menschen hatte keine baktericiden Eigenschaften.

Filtriert man die Milch durch poröse Tonkörper, so bleibt der baktericide Körper auf dem Filter, schlägt man das Kasein mit Lab nieder, so sind die baktericid wirkenden Stoffe im Serum. Hierdurch ist ein Weg gegeben, um den unbekannten Stoff von einer großen Zahl anderer chemischer Verbindungen zu trennen.

Denkt man an die glänzenden Erfolge, welche durch die Serumtherapie erzielt worden sind, so meine ich, daß es von der größten Bedeutung ist, die Schutzstoffe im Körper möglichst zu erhöhen, daß es nicht gleichgültig sein kann, ob man Milch mit baktericiden Eigenschaften als Nahrungsmittel benutzt, oder solche, welche die baktericiden Eigenschaften verloren hat. Nach den Untersuchungen von Behring und Klimmer scheint es zum wenigsten sehr wahrscheinlich, daß es möglich ist, die Kühe durch Serumbehandlung immun gegen Tuberkulose zu machen. Es scheint wahrscheinlich, daß die Milch solcher Kühe bis zu einem gewissen Grade die im Tierkörper vorhandenen Schutzstoffe aufnehmen wird, so daß man möglicherweise imstande sein wird, wenigstens in der ersten Lebensperiode des Säuglings eine gewisse Menge von Schutzstoffen zuzuführen.

Jedenfalls dürfte die rohe Tiermilch, die von gesunden Tieren mit peinlichster Sauberkeit gewonnen worden ist, im allgemeinen ein besseres Nahrungsmittel sein als die erhitzte. Naturgemäß drängt sich im Falle der Säuglingsernährung die Frage auf, von was für Tieren man zweckmäßigerweise die Milch gewinnen soll, wenn Mutterbrust und Ammenernährung versagt, die unzweifelhaft das Beste ist.

Ein Blick auf Tafel I lehrt, daß von den etwa in Frage kommenden Tierarten die Kuhmilch der Frauenmilch am wenigsten ähnlich ist, wegen ihres geringen Gehaltes an Laktalbumin und Laktoglobulin und sehr hohen Gehaltes an Kasein.

Daß Eselsmilch bei gewissen Krankheitsverhältnissen vertragen wird und mit Erfolg verdaut werden kann, wenn alle anderen Milcharten versagen, ist, nach den vielfachen Erfahrungen, die mit der Eselsmilch vom hiesigen Hellerhof, der unter Leitung von Dr. Klemm steht, gemacht worden sind, außer Zweifel.

Leider kostet aber das Liter Eselsmilch 4 Mark und könnte bei Nachfragen in großen Quantitäten, wenigstens bei uns in Deutschland, überhaupt nicht geliefert werden, da die Eselszucht bei uns auf ungeheure Schwierigkeiten stößt.

Da wir in Deutschland 60 Millionen Liter Ziegenmilch produzieren und diese Menge bei genügender Nachfrage leicht außerordentlich erhöht werden könnte, so scheint es eine offene Frage, ob nicht Ziegenmilch eine ganz passende Nahrung abgeben könnte, da sie sich durch einen hohen Gehalt an Laktalbumin und Laktoglobulin auszeichnet.

Zieht man alle Verhältnisse in Betracht, so ist es jedoch unzweifelhaft, daß die Kuh dasjenige Tier ist, auf deren Milch wir naturgemäß angewiesen sind.

Es ist die Ansicht weit verbreitet, daß die Kuhrassen, welche die fettreichste Milch liefern, für die Gewinnung von sogenannter Kurmilch vorzuziehen seien. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, hat man viel-

fach bei uns der Simmenthaler, in England und Amerika der Jerseykuh den Vorzug gegeben.

Es ist jedoch äußerst interessant, daß man sowohl bei uns, als auch in Amerika, wo man diesen Verhältnissen ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat, zu der Erkenntnis gekommen ist, daß diese Milch trotz ihres Fettreichtums für die Säuglingsernährung nicht die beste ist.

So hat man in der bekannten Musterstallung des Ökonomierats Grub am Viktoriapark in Berlin, wo man anfangs nur Simmenthaler Vieh aufgestellt hatte, jetzt eine Mischung von englischem und holsteiner Vieh im Gebrauch.

Eine eingehende Untersuchung über diese Frage ist von Allen Gilbert angestellt worden, sie hat ergeben, daß die holstein-friesische Rasse, wie er sie nennt, obgleich sie viel weniger fettreiche Milch gibt, doch die verdaulichste Milch liefert. Als Grund für diese sehr beachtenswerte Tatsache wird angegeben, daß die Fettkügelchen der fettreichen Milcharten viel größer sind, so daß im Durchschnitt die Fettkügelchen der Milch der Jerseykuh 2,7 mal größeres Volumen haben, als die Fettkügelchen der holstein-friesischen Kühe.

Man hat ferner gefunden, daß das Fett der verschiedenen Milcharten sich nicht nur mechanisch in bezug auf die Größe der Milchfettkügelchen unterscheidet, sondern auch chemisch verschieden ist.

Das Fett der Milch von Rassen, welche fettreiche Milch geben, hat einen höheren Gehalt an Glyceriden der flüchtigen Fettsäure, als die Milch der Kühe, die fettarm ist.

Es ist sicher unzweifelhaft, daß eine große Zahl von Säuglingen fettreiche Milch nicht vertragen, was nichts Befremdendes hat, wenn man bedenkt, daß, wie Tafel II lehrt, auch Frauenmilch zum Teil ganz fettarm ist.

Interessant sind Fütterungsversuche an Schweinen, die in Amerika gemacht wurden, die zeigten, daß mit abgerahmter Milch gefütterte Schweine besser gediehen als solche, die fettreiche Milch erhielten.

Von sehr großer Bedeutung ist, daß sehr fettreiche Milch viel schneller abrahmt als fettarme, was für die Bereitung von Säuglingsnahrung und für den Verdauungsprozeß sicher von Wichtigkeit ist.

Nach unseren Versuchen hatte die weniger fettreiche Milch der ostfriesischen Kuh des hiesigen Rassestalls die größten baktericiden Eigenschaften.

Daß die Kühe, welche zur Gewinnung von sogenannter Kurmilch benutzt werden sollen, mit ausgezeichnetem Futter ernährt werden müssen, ist selbstverständlich. Die alte Ansicht, daß man dabei nur Trockenfütterung anwenden dürfe, ist sicher nicht richtig, da die Tiere naturgemäß zu ihrem Wohlbefinden einen gewissen Teil von gutem Grünfutter bedürfen.

Eine wichtige Frage, wo die Ansichten der beteiligten Personen weit auseinander gehen, ist die Frage: Wo sollen die Kühe gehalten werden?

Da es wohl unbestreitbar ist, daß die beste Milch von den Kühen erhalten werden kann, die unter den gesundesten Bedingungen leben, so erscheint das Land der gegebene Platz für die Viehhaltung. Dies bedingt jedoch den großen Übelstand, daß man dann die Milch auf weite Strecken versenden muß. Man hat darum bei uns in Europa unter sehr großen Unkosten mitten in den Städten große Viehställe eingerichtet.

Notwendigerweise sind da der Grund und Boden der Häuser, ebenso das Futter, das Einstreumittel der Ställe, die Abfuhr des Düngers und die Unterhaltungskosten für das Personal viel höher als auf dem Lande. Es hat den Vorteil, daß man die Milch in kürzerer Zeit an die Konsumenten abliefern kann, als das vom Land aus angängig erscheint.

In einer der größten Städte Italiens, in Neapel, das mehr als 500 000 Einwohner hat, bringt man noch heute die Kuh mit dem Kalb, ebenso die Ziegen direkt vor die Haustür der Konsumenten und melkt die Kuh aus dem Euter in die Flaschen oder Töpfe, die aus den Häusern herbeigebracht werden. Sind da auch die Hände des Viehwärters ungewaschen, so läßt sich doch nicht leugnen, daß man so wahrscheinlich trotzdem eine hochgradig reine Milch gewinnt. Nach einigem Melken sind die Hände von dem größten Teil der abwaschbaren Bakterien gereinigt. Zeit zum Verderben der Milch ist überhaupt nicht gegeben.

Es erscheint jedoch wenig rationell, daß man wegen weniger Liter Milch das ganze Tier transportiert. In Städten wie Berlin oder Dresden würde die Stadtverwaltung wohl schwerlich dafür zu gewinnen sein, daß man auf der Friedrichstraße oder Pragerstraße das Melkgeschäft regelmäßig ausführt.

Der andere Weg, wie man den Konsumenten wirklich gute Milch liefern kann, besteht darin, daß man die Kühe auf dem Lande hält, jedoch Mittel und Wege findet, um die Milch in vollständig unverdorbenem Zustand in die Stadt zu bringen. Das ist der Modus, den die größte Anstalt der Welt, die es zur Gewinnung von guter Milch gibt, die Walker Gordon Co., einhält.

Im vorigen Jahre habe ich die Vereinigten Staaten von Amerika bereist und gesehen, daß man Milch in mustergültigem Zustand regelmäßig auf Entfernungen versendet, wie von Dresden nach München oder von Berlin nach Königsberg. Es wird dadurch möglich, daß die Eisenbahnen die Milch mit Expreßzügen wohlgekühlt nach den Städten bringen.

Zum Teil hat man für diesen Zweck eigens eingerichtete Wagen, zum großen Teil verfährt man jedoch sehr einfach, indem man die großen blechernen Milchkrüge in die gewöhnlichen überdeckten Waggons

stellt und einfach große Eisstücken darauf schichtet. Das durch das Abtauen entstehende Wasser läuft durch den Boden des Wagens ab, wo es eine passende Öffnung findet. Übelstände habe ich dabei nicht im geringsten beobachten können. Wollten sich unsere Eisenbahnverwaltungen dazu entschließen, diesen Modus zuzulassen, so wäre die Frage mit einem Schlage für uns gelöst. Leider verlangen jedoch unsere Verwaltungen, daß bei uns kein Tropfen Wasser aus einem etwaigen Transportkasten abfließen darf. Unsere Post geht sogar so weit, daß sie verlangt, daß die zum Transport von Milch dienenden Kästen herumgedreht werden können, ohne daß ein Tropfen von dem aus dem beigegebenen Eis entstandenen Schmelzwasser herausfließen kann. Es ist dies eine enorme Erschwerung der ganzen Frage. Würde die Post sich entschließen, für die Versendung von Milchflaschen Kästen oder Kapseln zuzulassen, die nur in aufrecht stehender Stellung vollständig dicht sind, so würde die Frage der Lieferung von einwandfreier Milch bei uns wesentlich leichter zu lösen sein. Die amerikanische Post gestattet dies überall. Es ist eine Freude, die Einrichtungen der Walker Gordon Co. des näheren zu studieren.

Die Kompagnie hat jetzt in 25 Städten mehr oder weniger ausgedehnte Einrichtungen zur Gewinnung sogenannter Guaranteed Milk.

Auf völlig gesundem Terrain sind eigene Milchfarmen hergestellt.

Die Kühe sind sehr sorgfältig ausgewählt und sind den größten Teil des Tages im Freien.

Die Ställe sind reingehalten. Anhäufungen von Dünger sieht man nirgends, derselbe wird in dem Maße, wie er entsteht, mittels hängender Wagen aus dem Stall entfernt und sofort in geschlossene Wagen geschüttet, in denen er auf weit von den Stallungen entfernte Orte gebracht wird. Das gesamte Personal und die ganze Institution untersteht der Aufsicht von Ärzten und Tierärzten, die in keiner Weise ein pekuniäres Interesse an der Sache haben.

Die Kompagnie unterhält ferner in all den Städten eigene Milchlaboratorien, wo nach der Vorschrift der Ärzte unter dem Namen „Modified Milk" beliebige Mischungen gemacht werden, so daß die abgegebene Milch genau bestimmte Mengen von Fett, Milchzucker, Kasein und Albumin erhält.

Nach meiner Ansicht sind die Milchlaboratorien, die auf Anregung von Dr. Rotch gegründet wurden, eine wundervolle Einrichtung.

Ebenso wie heute niemand mehr daran denkt, eine Medizin selbst zu bereiten, weil man weiß, daß dies in einer Apotheke von kunstgeübten Händen weit besser hergestellt werden kann, verhält es sich mit der Milch. Selbst mit dem besten Willen wird in der Mehrzahl der Fälle eine junge Mutter oder eine Wärterin niemals gleich sorgfältig verfahren können, wie dies in solchen Laboratorien möglich ist. Bei der Herstellung von hunderten und tausenden von Flaschen lohnt

es natürlich, genaue analytische Bestimmungen zu machen, was im einzelnen Haushalt nicht geht.

Unzweifelhaft ist es das Beste, die Milch von gesunden Tieren möglichst rein zu gewinnen und in möglichst frischem Zustande zu verbrauchen. Wenn sich das auch auf dem Lande unter günstigen Umständen erreichen läßt, so ist es doch in allen großen Städten unmöglich, da die Entfernungen innerhalb derselben so groß sind, daß in den meisten Fällen halbe und ganze Tage vergehen, ehe die Milch von der Kuh in die Hände der Konsumenten gelangt. Es hat mich darum die Frage sehr beschäftigt: Inwieweit ist es möglich, Milch ganz unverändert in allen ihren Eigenschaften aufzubewahren und zu verschicken?

Nach den Beobachtungen über die Veränderungen der Milch durch Kochen und Pasteurisieren müssen alle Manipulationen ausgeschlossen werden, bei denen die Milch durch Erwärmen haltbar gemacht werden soll. Als einziges Mittel bietet sich darum nur die Konservierung durch Abkühlung, die ja auch in der Milchwirtschaft in ausgedehntester Anwendung steht. Um zu entscheiden, auf wie lange Zeit man Milch durch Abkühlung unverändert erhalten kann, wurden eine Reihe von Versuchen gemacht.

Auf dem Rittergute Ohorn, wo nach meinen Vorschlägen die Reingewinnung von Milch unternommen worden ist, wurde Milch mit größter Sorgfalt auf Flaschen gefüllt und einerseits sofort auf eine Temperatur von 4° C herabgekühlt, andererseits in einer Kältemischung gefroren. Die Milch ist dann in Eis verpackt nach Hamburg geschickt worden und mit einem Woermann-Dampfer nach Afrika gegangen, wo die einfach nur gekühlte Milch im Kühlraum bei einer Temperatur von wenigen Graden über Null, die gefrorene Milch im Gefrierraum des Schiffes bei mehreren Graden Kälte aufbewahrt wurde. Täglich wurden mehrere Flaschen geöffnet und verbraucht. Das Resultat war, daß die nur stark gekühlte Milch sich 3 Wochen, die gefrorene Milch hingegen 5 Wochen hielt, ohne an Geschmack zu verlieren.

Durch die mitgeteilten bakteriologischen Versuche ermutigt, nach welchen selbst auf Temperaturen von 170° Kälte abgekühlte Milch nichts von ihren baktericiden Eigenschaften verliert, habe ich dann mit W. Hesse die Frage studiert, ob gefrorene Milch wesentliche Veränderungen erleidet. Da ergab sich das Resultat, daß, sofern die Milch nur in hohem Grade rein gewonnen ist und sofort schnell gefroren wird, nach dem Auftauen keinerlei Änderungen ihrer Eigenschaften wahrgenommen werden können. Unter dem Mikroskop sind die Fettkügelchen nach dem Auftauen noch in derselben Größe und Verteilung vorhanden, die Milch zeigt keine Gerinnungserscheinungen, Geschmack und äußeres Ansehen sind völlig unverändert.

Es zeigte sich hingegen, daß schmutzig gewonnene Milch und

solche, die durch längeres Stehen bereits einen gewissen Grad der Säuerung erlangt hat, nach dem Frieren beim Auftauen sofort schlickert, d. h. ihren Käsestoff fallen läßt.

Hierdurch erklärt sich die weit verbreitete Ansicht, daß Milch durch Erfrieren leidet.

Reine Milch leidet nicht durch Gefrieren, unreine Milch, die bereits angefangen hat sauer zu werden, leidet hingegen sehr stark.

Die Milch ist eine nicht nur chemisch, sondern auch physikalisch sehr kompliziert zusammengesetzte Flüssigkeit, sie enthält einen Teil ihrer Bestandteile in Form wahrer Lösung: „die Salze, den Zucker", einen anderen Teil als mechanische Emulsion: „das Fett, wahrscheinlich auch einen Teil des Lecithins", und schließlich einen anderen Teil in kolloidaler Form: „das Kasein".

Die Milch zeigt ein vollständig analoges Verhalten mit anderen kolloidalen Lösungen. Man kann dies leicht durch den Gefrierversuch zeigen.

Gefriert man eine kolloidale Lösung von Kieselsäure, die einen kleinen Überschuß an freier Säure hat, so bleibt die Lösung nach dem Auftauen bestehen. Ändert man die Acidität durch Zusatz von Alkalien, so fällt die Kieselsäure nach dem Gefrieren beim Auftauen aus.

Da der Hamburger Versuch an dem Übelstand litt, daß beim Transport der Milch nach Hamburg ein Teil der Milch über seinen Gefrierpunkt erwärmt worden sein konnte, da ja der Gefrierpunkt der Milch tiefer liegt als der Schmelzpunkt des Eises, und die Flaschen nur in Kästen mit Eis nach Hamburg gebracht worden waren, so ist der Versuch mehrere Male wiederholt worden. Milch wurde gefroren und im Gefrierraum der Dresdener Markthalle aufbewahrt. Überraschenderweise stellte sich aber dasselbe Resultat heraus. Die Milch hielt sich ohne merkbare Veränderungen 4 Wochen, nach 6 Wochen war jedoch das Kasein ausgefallen, wobei die Milch ihre Acidität und ebenso ihren Bakteriengehalt kaum verändert hatte. Bei Aufbewahrung bei 4—10° Kälte war der Keimgehalt von 300 auf 50 zurückgegangen, sogar ganz verschwunden. Unzweifelhaft finden daher auch bei 4° und, wie ein anderer Versuch lehrte, bei 10° Kälte ganz langsam chemische Umlagerungen in der Milch selbst statt.

Meiner Ansicht nach läßt sich rein gewonnene Milch durch Frieren bei Aufbewahrung bei einer Temperatur von mehreren Grad Kälte auf wenigstens 14 Tage haltbar machen, ohne daß man irgendwelche Veränderungen an der Milch wahrnehmen kann. Nach vierwöchigem Aufbewahren hatten sich die baktericiden Eigenschaften nicht geändert. Dieser Befund ist von großer Bedeutung, da er ein Mittel an die Hand gibt, um ohne irgendwelche Eingriffe in die Zusammensetzung der Milch das Abrahmen zu verhindern, da in der festgefrorenen Milch der Rahm sich nicht mehr von der Magermilch scheidet.

Zur Zeit versucht man das durch sogenanntes Homogenisieren zu erreichen. Die Milch wird zu diesem Zweck auf 80° erwärmt und unter einem Druck von mehreren hundert Atmosphären durch ganz enge Düsen getrieben. Meiner Ansicht nach sollte man das nicht tun, da jedes Erhitzen die Eigenschaften der Milch ändert. Man vermag leicht durch den Geschmack Milch, die auf 75° C erhitzt wurde, von roher Milch zu unterscheiden. Auch lehrte die Untersuchung, daß trotz größter Reinlichkeit die Keimzahl nach dem Homogenisieren sehr wesentlich größer war als vorher.

Die Frage der Rahmabscheidung spielt bei der Verwendung der Milch eine viel größere Rolle, als man gewöhnlich annimmt.

Allerorten kann man sehen, daß Milch aus großen Gefäßen einfach abgegossen oder mit einem Hahn unten abgezogen wird. Eine genaue Untersuchung der Verhältnisse hat gelehrt, daß in einem großen Gefäß, wenn man ganz frisch gemolkene Milch hineingießt und nach wenigen Minuten dann Fettbestimmungen macht, die oberste Schicht sehr erheblich fettreicher ist als die unterste. Bei einem Versuch hatte die oberste Schicht $5^1/_2$ Proz. Fett, während die unterste nur $2^1/_2$ Proz. enthielt.

Es ist mir ein Fall bekannt, wo ein Kind einen schweren Darmkatarrh durchmachen mußte, an dem es beinahe zu grunde ging, nur weil man die Gewohnheit hatte, aus einem großen Krug mit sehr guter Milch, der täglich in den fraglichen Haushalt geliefert wurde, einen Teil der Milch abzugießen und in einem Eisschrank dann für das Kind aufzubewahren. Schließlich entdeckte man den Fehler, das Kind genas dann in kurzer Zeit. Man begreift leicht, daß aus demselben Milchgeschäft, aus denselben Gefäßen wegen dieses Umstandes die Käufer sehr verschieden bedient werden, je nachdem sie zufällig für gewöhnlich die erste oder die letzte Milch erhalten.

Man kann den Übelstand vermeiden, wenn man in die Milchgefäße eine Schlitzröhre setzt, die mit einem am Boden des Gefäßes befindlichen Hahn in Verbindung steht. Es fließt dann die Milch aus allen Schichten des Gefäßes gleichmäßig durch den Schlitz, vorausgesetzt, daß die Hahnöffnung nur etwas weiter ist als die Gesamtgröße des Schlitzes.

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, daß es wünschenswert ist, zur Ernährung von Säuglingen, Kindern und Kranken die Milch möglichst so zu gewinnen, daß sie alle die chemischen und physikalischen Eigenschaften hat, die sie besitzt, wenn sie von gesunden Tieren aus den Milchdrüsen entnommen wird.

Die Frage ist, inwieweit dies ausgeführt werden kann.

Aus den mitgeteilten Versuchsergebnissen geht klar hervor, daß Kochen, ja selbst Pasteurisieren auf 75° tiefeingreifende Veränderungen hervorrufen. Ja, daß schon Erhitzen auf 62° sicher nicht unwesentliche Veränderungen bedingt.

Hieraus folgt, daß man die Milch in einem solchen Zustande gewinnen muß, daß man sie ohne Bedenken roh verabreichen darf, was möglich ist, wenn man sie von gesunden Tieren rein gewinnt und in stark gekühltem Zustand versendet.

Über die Maßnahmen, die hierzu nötig sind, gehen die Ansichten weit auseinander.

Hat man Tiere, die auf Tuberkulin nicht reagieren, und an denen ein erfahrener Tierarzt keinerlei Krankheitsanzeichen erkennen kann, so scheint es mir unzweifelhaft, daß diese, wenn es das Wetter irgend erlaubt, ins Freie auf eine Wiese gebracht werden müssen. Selbst der bestgebaute und besteingerichtete Stall wird niemals die Einwirkung der frischen Luft mit unbeschränkter Belichtung im Freien ersetzen können.

Der Übelstand, daß der Milchertrag dadurch nicht unerheblich leidet, wird durch eine bessere Qualität der erzeugten Milch mehr als aufgehoben. Hält man diesen Gesichtspunkt fest, so ergibt sich daraus, daß die Herstellung von großen Kuhställen in den Städten untunlich erscheint. Daß die Tiere gut gefüttert, gepflegt und täglich gereinigt werden müssen, ist selbstverständlich.

Inbezug auf das Melken bin ich der Meinung, daß dies nicht im Stall erfolgen darf, daß das Euter des Tieres wie die Hände des Melkers sorgfältig gewaschen werden müssen.

Es ist sehr zu bedauern, daß die Arbeiten im Kuhstall jetzt fast überall nur von Männern ausgeführt werden, da im allgemeinen Frauen und Mädchen einen größeren Reinlichkeitssinn haben als Männer.

Die Forderung eines besonderen Melkraumes findet den größten Widerspruch. Natürlich wachsen die Kosten der Gewinnung dadurch etwas. Ist die Sache aber eingerichtet, ist Mensch und Tier daran gewöhnt, so macht es sich sehr gut.

Ich bestreite keinen Augenblick, daß man nicht auch im Stall völlig reinlich melken kann; nur ist es sehr viel schwieriger und stellt an die Intelligenz des Melkers viel höhere Anforderungen. Man muß dann ganz staubfreies Streumaterial im Stalle haben.

Vor allem hat der besondere Melkraum eine erzieherische Seite. Steht zum Melken ein ganz sauberer Raum zur Verfügung, so wird man leicht erreichen, daß die eintretenden Personen das Gefühl des Unpassenden haben, wenn sie selbst nicht ganz sauber sind.

Es ist oft behauptet worden, das Waschen der Euter sei nicht durchführbar, die Kuh bekäme Euterentzündung. Auf dem Rittergut Ohorn, wo meine Ideen seit 4 Jahren in der großen Praxis ausgeführt worden sind, hat sich dies nicht bestätigt. Freilich muß man mit reinem Wasser waschen und mit reinen Tüchern die Euter abtrocknen. Ist rein gemolken, so ist das wichtigste Moment, die Milch so schnell als möglich stark zu kühlen. Das Kühlen kann im Sommer

nur mit Eis oder einer Kältemaschine geschehen, gewöhnliche Wasserkühlung braucht zuviel Zeit und bringt die Temperatur nicht weit genug herunter.

Zur Zeit ist eine der schwierigsten Fragen, die der einzelne nicht ohne die Mithilfe des Staates lösen kann, der Transport der Milch auf den Eisenbahnen.

Was unseren deutschen Eisenbahnen nach dieser Richtung fehlt, das sind Kühlwagen.

Ich bin der Meinung, daß, wenn man sich entschlösse, noch einen Schritt weiter zu gehen, und geradezu Gefrierwagen baute, man dann einen großen Schritt vorwärts tun würde, da nicht nur für Milch, sondern ebenso für Fleisch, Fische, Früchte, Blumen derartige Einrichtungen ein dringendes Bedürfnis sind.

Der Bau der Kältemaschinen ist heute so vervollkommnet, daß sie sich in einem ganz kleinen Raum in oder unter dem Wagen anbringen lassen. Bei guter Isolation dürften die Betriebskosten in keinem Verhältnis stehen zu dem Gewinn, der dadurch erzielt werden kann, daß der Ausgleich der notwendigsten Nahrungsmittel zum Wohl aller Klassen in billigster Weise erfolgen könnte.

Wenn ich diese illustre Versammlung mit diesen Fragen des alleralltäglichsten Lebens beschäftigt habe, so bin ich mir bewußt, daß die Zukunft eines Volkes sich auf dem Gedeihen und dem Wohlbefinden seiner Säuglinge, seiner Kinder aufbaut.

IV.

Moderne Analyse psychischer Erscheinungen.

Von

A. Hoche.

Der vor kurzem verstorbene Möbius hat nicht lange vor seinem Tode eine Schrift veröffentlicht, die den Titel führt: „Die Hoffnungslosigkeit aller Psychologie". Diese harte Bezeichnung scheint wenig zu stimmen zu der Tatsache, daß vielleicht niemals mehr als jetzt auf psychologischem Gebiete gearbeitet worden ist, und daß die Psychologie selber das sichere Gefühl des Vorwärtskommens hat. Der Widerspruch ist nur ein scheinbarer. Möbius erklärt die Psychologie nicht für wertlos; er zeigt nur die ihr gesteckten Grenzen und weist eindringlich darauf hin, daß die Psychologie nicht berufen ist, über die großen Fragen des ganzen Weltzusammenhanges und über die kleinere des sogenannten „Zusammenhanges zwischen Leib und Seele" Aufschluß zu geben. Die Bemühungen, von denen heute die Rede sein soll, bewegen sich durchaus innerhalb der von Möbius gezogenen Grenzen auf dem Boden dessen, was erfahrbar ist. Der Vortrag wendet sich auch nicht an die Psychologen oder Philosophen, sondern er ist dazu bestimmt, allen denen, die Interesse an einer Analyse der seelischen Vorgänge haben, in kurzem Abriß ein Bild der momentan herrschenden Strömungen zu geben. Die Psychologie ist ihrem Gegenstand nach nicht Naturwissenschaft, aber sie will mit naturwissenschaftlichen Methoden arbeiten. In allem wissenschaftlichen Fortschreiten ist ein Verlauf in Perioden erkennbar; Zeiten der prinzipiellen Vertiefung wechseln ab mit solchen des breiten Ausbaues. Die Psychologie befindet sich zur Zeit in einer Phase vielfältiger Einzelarbeit und erweckt dadurch nach außen leicht den Eindruck des Unruhigen und Unübersichtlichen. Aber doch sind starke Wandlungen und große Fortschritte seit einem Menschenalter unverkennbar. Zunächst ist bemerkenswert die Zunahme des Bedürfnisses nach Befruchtung

durch psychologische Anschauungen bei anderen Disziplinen. Religions- und Geschichtswissenschaft, die Dichtkunst, die Rechtswissenschaft, nicht zum wenigsten natürlich die Medizin und hier speziell die Psychiatrie haben durch psychologische Gesichtspunkte wesentliche Bereicherung erfahren. Neben vielem Wertvollen finden wir da gerade auf dem Gebiete der Psycho-Pathologie auch eigentümliche Entgleisungen, die von dem Gebiete des unbewußten Seelenlebens ausgehen und okkultistische Möglichkeiten ernstlich zu diskutieren wieder anfangen. Man braucht dies nicht tragisch zu nehmen, es ist nur ein Teil des breiten Stroms zum Mystischen, der unser Geistesleben stellenweise durchzieht, und der nach dem Gesetz der Pendelschwingung jetzt die lange Zeit herrschende anatomisch-materialistische Betrachtungsweise ablöst.

Das vermehrte psychologische Bedürfnis wird begleitet von der Entwicklung neuer Methoden. Die Fehlerquellen der einfachen Selbstbeobachtung sind längst wohlbekannt. Diese subjektive Methode findet eine Verbreiterung durch die vergleichende subjektive Methode, die ihr Material aus Briefen, Bekenntnissen, Autobiographien u. dergl. sammelt. Die objektive vergleichende Methode prüft das psychische Leben überall da, wo es hervortritt: Psychologie der Rassen, der Kinder, der Abnormen, der Verbrecher, der Tiere. Das größte Gebiet stellt aber die experimentelle Psychologie dar, die das geistige Leben unter willkürlich hergestellter Variation der Bedingungen zu studieren versucht, insbesondere von dem Gesichtspunkte der Abhängigkeit der seelischen Prozesse von ihrer physiologischen Grundlage. Die Zeiten des Existenzkampfes dieser physiologischen Psychologie sind überwunden und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit festgelegt. Ausgehend ursprünglich von der Prüfung der Abhängigkeit von Empfindungen von der Größe eines bestimmten Reizes, hat sie jetzt einen großen Teil der geistigen Vorgänge als Untersuchungsobjekt gewonnen: die Zerlegung komplizierter psychischer Vorgänge in ihre Bestandteile, ihr absoluter zeitlicher und ihr rhythmischer Ablauf, die Vorgänge der Wahrnehmung und Auffassung, das Festhalten von Eindrücken nach Tempo, Deutlichkeit und Richtigkeit, bei der geistigen Arbeit der Einfluß von Anregung, Übung und Ermüdung, das Studium der Temperamente und Charaktere, des Schlafes, der Träume und der künstlich veränderten Bewußtseinszustände.

Experimentell im engeren Sinne sind die Vorgänge, die wir willkürlich beeinflussen, im weiteren Sinne auch die von der Natur am Geistesleben hervorgebrachten Veränderungen, die nervös und psychisch abnormen Zustände. Hier sind sehr wesentliche Einsichten zu gewinnen, die von den theoretischen Psychologen und Philosophen noch nicht genügend gewürdigt werden, und zwar vielfach von der alten Laienidee aus, daß mit geistiger Krankheit etwas grundsätzlich Neues im Seelenleben in die Erscheinung tritt. Vor diesem Irrtum sollte allein schon

die Tatsache der fließenden Grenzzustände schützen. Ich weise in bezug auf die psychologischen Gewinne aus der Pathologie nur auf Einzelnes hin. Von der Pathologie geht aus die Möglichkeit einer Zerlegung des Gedächtnisses in seine einzelnen Komponenten, wichtige Erkenntnisse über die Erinnerungstäuschungen und die Abhängigkeit der Gedächtnisfunktion von ihrer materiellen Grundlage. Für das Studium der Bewußtseinserscheinungen hat das Gebiet der Epilepsie und Hysterie die wesentlichsten Beiträge geliefert. Hier allerdings finden sich auch eigentümliche Auswüchse, die den unbewußten Seelenvorgängen eine beherrschende Rolle für kranke und gesunde Zeiten zuweisen wollen. Ich meine hier speziell die neueren Theorien, daß krankhafte Zustände, Hysterie, aber auch andere Psychosen, dadurch entstehen sollen, daß unlustbetonte Vorstellungen aus dem Bewußtsein verdrängt werden, trotzdem aber aus ihrer Verborgenheit heraus eine krankmachende Wirkung auf das gesamte Seelenleben ausüben sollen. Diese mit unerlaubten Verallgemeinerungen arbeitenden und zum Teil mit Fanatismus vertretenen Anschauungen verwechseln die Denkbarkeit von Zusammenhängen mit ihrer Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit.

Auch für eine andere Frage, für die alte Streitfrage der Willensfreiheit, liefert die Pathologie wesentliche Gesichtspunkte. Für das naive Bewußtsein und die metaphysische Spekulation ist von jeher das subjektive Gefühl der Freiheit bei unseren Entschließungen das Hauptargument gewesen. Es verliert an Bedeutung dadurch, daß sich herausstellt, daß bei abnormen Seelenzuständen ein lebhaftes Gefühl der Freiheit der Entschließungen die objektiv unfreiesten Zustände begleiten kann, ebenso wie Reue und Gewissensregungen krankhafterweise objektlos erzeugt werden.

Nicht nur die Methoden, auch die Ziele der Psychologie haben starke Wandlungen erfahren. Nicht mehr eine Seelenkunde im allgemeinen, sondern eine individuelle Psychologie, eine Wirklichkeitspsychologie wird erstrebt. Speziell die Frage nach dem Wesen dessen, was wir als Persönlichkeit bezeichnen, ist ihrer Lösung näher gerückt durch Feststellung der durchgehenden geistigen Linien in bezug auf zeitlichen Ablauf und Art der seelischen Reaktionen, auf Richtung und Stärke der Gefühlsdisposition, in bezug auf Auffassung, spezifische Qualitäten des Gedächtnisses, ebenso wie auf die persönliche Formel in Schlaf und Traum und auf die Neigung zu periodischem Verlauf im Leben. Am fruchtbarsten erwies sich dabei das Studium der Grenzzustände, bei welchem mit dem Ausbau des Begriffes der psychischen Entartung neue und fruchtbare Gesichtspunkte in die Diskussion eintraten. In bezug auf die Ziele der modernen Psychologie ist auch die Neigung zur Beschäftigung mit Problemen von praktischer Anwendbarkeit bemerkenswert, von denen namentlich die Pädagogik und die Rechtspflege Nutzen gezogen haben: bei Kindern die Untersuchungen über die Ermüdbarkeit,

über die kindlichen Gedächtnisverhältnisse, die Frage des individuellen Schlafbedürfnisses, das Wissen um frühzeitig festliegende Typen der Begabung und um periodische Entwicklung im geistigen Fortschreiten; in der Rechtspflege das Studium des normalen Menschen vor Gericht, die Zerstörung der Illusionen über die durchschnittliche Leistungsfähigkeit des menschlichen Gedächtnisses und die Feststellung der hier obwaltenden Fehlerquellen nach Alter, Geschlecht, nach Einwirkung der Zeit, der Gemütsbewegungen und dergleichen mehr. Wie weit die neueste Blüte dieser Bemühungen, die psychologische Diagnose des Tatbestandes, sich zu einer praktisch brauchbaren Frucht entwickeln wird, mag dahingestellt bleiben.

Schon dieser kurze Abriß zeigt ein buntbewegtes Bild vielseitiger Bestrebungen, von denen gewiß vieles zerstieben wird, was heute sicherer Besitz erscheint; gewiß viel Irrtum, aber auch ehrliches Streben und rüstiges Zugreifen, ohne Hoffnungslosigkeit, viele Wege, aber ein Ziel: die Erkennung der Gesetzmäßigkeiten in dem, was wir psychisches Leben nennen. —

(Der Vortrag ist in weiterer Ausführung bei G. Fischer in Jena erschienen.)

V.

Die Eroberung der Atmosphäre.

Von

H. Hergesell.

Redner gab zunächst einen kurzen Überblick der Entwicklung der modernen Meteorologie.

Ein eigentlicher Fortschritt in der wissenschaftlichen Erforschung der Atmosphäre war erst am Ende des vorigen Jahrhunderts zu konstatieren. Die Physik der Atmosphäre war in eine gewisse Stagnation getreten, da die Beobachtungen an der Erdoberfläche nicht hinreichend erschienen, um die komplizierten Gesetze der atmosphärischen Maschine zu erforschen. Aus diesem Grunde machte sich an verschiedenen Stellen das Bestreben geltend, nicht nur in der Tiefe, an der Grenze zwischen dem festen Erdboden und dem gasförmigen Element, sondern auch in größeren Höhen physikalische und meteorologische Beobachtungen zu machen. Zahlreiche wissenschaftliche Luftschiffervereine wurden gegründet. Man ging bald daran, durch gleichzeitige Aufstiege zu experimentieren, und gründete die internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, deren Vorsitzender der Vortragende ist. Von vielen Stellen Europas steigen seither nicht nur regelmäßig Drachen, sondern auch bemannte und unbemannte Ballons mit Registrierinstrumenten empor.

Noch immer war aber die räumliche Ausdehnung der Aufstiege eine verhältnismäßig kleine. Die Hauptaufstiege fanden in Europa und Amerika statt, während die weiten Flächen zwischen den Kontinenten, die Meere, so gut wie unerforscht blieben. Es erwies sich dringend nötig, auch auf dem Meere mit Hilfe von Drachen und Ballons die Atmosphäre zu erforschen. Gerade für Drachen sind die Schiffe

von großer Bequemlichkeit, da man durch die Bewegung des Schiffes die Windverhältnisse leicht regulieren kann.

Die ersten Aufstiege auf dem Wasser wurden vom Redner 1890 auf dem Bodensee und später von dem Amerikaner Rotch auf dem Atlantischen Ozean vorgenommen. Aber erst als es dem Redner gelang, den Fürsten von Monaco, einen Mäzen der Wissenschaft, für diese Idee zu interessieren, wurde eine systematische Ausbildung dieses Zweiges der Luftschiffahrt erzielt. Zunächst wurde die Passatregion im Atlantischen Ozean erforscht. In zwei Expeditionen wurde dann die große Atmosphäre in niedrigen Breiten (bis etwa 29 Grad) durch Drachen- und später auch durch Freiballonaufstiege bis zu einer

Höhe von 16000 Meter

erforscht. Dem Vortragenden gelang es, ebenso wie über dem Kontinent kleine Registrierballons in große Höhen emporzusenden und — was die Hauptsache ist — wiederzufinden.

Redner gab eine ausführliche Schilderung der von ihm verwandten Methode, um Registrierballonaufstiege über dem Meere auszuführen.

Zahlreiche weitere Expeditionen (Teisserenc de Bort, die Expeditionen der Schiffe Planet und Möwe auf Befehl des Kaisers usw.) folgten der des Fürsten von Monaco.

Die internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt beschloß in Mailand im Jahre 1906, die gleichzeitige Erforschung der nördlichen Hemisphäre durch besondere Expeditionen über dem Land und dem Meere im folgenden Jahre zu versuchen. Ende Juli dieses Jahres wurden etwa 30 Expeditionen ausgerüstet, um teils auf dem Lande, teils auf dem Ozean die Forschungsinstrumente emporzusenden. Hoch im Norden (etwa unter dem 80. Breitengrad) war Redner mit dem Fürsten von Monaco tätig; weiter im Süden (in der Nähe von Island) das deutsche Vermessungsschiff Möwe; noch weiter südlich eine deutsche Privatexpedition unter Führung des Hauptmanns a. D. Hildebrandt; in der Nähe der Azoren befand sich der Kreuzer der französischen Marine; nördlich vom Äquator befand sich das Expeditionsschiff des Herrn Teisserenc de Bort; ferner machte die italienische Flotte auf dem Mittländischen Meer, die russische auf der Ostsee und dem Schwarzen Meer Aufstiege. Landaufstiege wurden, abgesehen von den europäischen Aufstiegsstationen, in Sibirien, Amerika usw. gemacht. Alle diese Expeditionen waren mit mehr oder weniger Glück tätig, um die meteorologischen Verhältnisse um den ganzen Pol herum gleichzeitig mit großer Genauigkeit zu bestimmen, wodurch wir zum ersten Male ein synoptisches Simultanbild der meteorologischen Vorgänge der Atmosphäre bis zu großen Höhen rings um den Nordpol erlangt haben.

Redner gab nun einen kurzen Überblick über die durch die internationale Erforschung bereits erlangten Resultate. Er zeigte, wie unsere Vorstellungen über die Temperatur- und Strömungsverhältnisse der freien Atmosphäre sich aufs wesentlichste seitdem geändert haben. Nach unseren jetzigen Kenntnissen besteht die Atmosphäre aus zwei mehr oder weniger scharf getrennten Teilen. In einer unteren, etwa 10 km dicken Schicht sind vertikale Bewegungen sowohl im auf-, als im absteigenden Sinne beständig tätig, um die Lufthülle aufs innigste zu mischen. Durch diese Mischungsprozesse werden insbesondere die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse dieser Schicht bestimmt. Wir finden hier im allgemeinen eine Abnahme der Temperatur mit der Höhe, und zwar entsprechend dem Dampfgehalt der entsprechenden Schicht. Je höher wir steigen, um so mehr reduziert sich der Wassergehalt der Atmosphäre, und um so größer wird der Temperaturgradient, um in den höchsten Grenzschichten dieser unteren Höhen nahezu den adiabatischen Wert, d. h. also 1^0 pro 100 m, zu erreichen. Die tiefste Temperatur in der Atmosphäre findet man stets an der oberen Grenze der soeben geschilderten vertikalen Mischungsschicht. Da die Dicke dieser Schicht etwas wechselt, sowohl der Zeit, als dem Ort nach, wurden die tiefsten Temperaturen stets dort gefunden, wo jene Schicht am mächtigsten war. Im allgemeinen scheinen die Zonen in der Nähe des Äquators die größte Dicke dieser Mischungszone aufzuweisen, und hier wurden entsprechend auch die tiefsten Temperaturen in der Atmosphäre (bis nahezu -100^0) von dem Expeditionsschiff der Herren Teisserenc de Bort und Rotch aufgefunden. Am wenigsten dick scheint die untere Schicht in der Nähe der Pole zu sein. Die Aufstiege, welche der Redner im Jahre 1906 und 1907 in ca. 80^0 Breite ausgeführt hat, scheinen darauf hinzuweisen, daß hier die vertikale Mischung nur bis etwa 7 km hinaufreicht. Über der vertikalen Mischungszone findet sich diejenige Hülle der Atmosphäre, in welcher vertikale Bewegungen so gut wie ganz zu fehlen scheinen und wahrscheinlich nur horizontale Strömungen vorhanden sind. Der Temperaturgradient wird nicht mehr durch Mischungsprozesse bestimmt, sondern ist im wesentlichen ein Produkt der Ein- und Ausstrahlung in diesen Teilen der Atmosphäre. Unsere Beobachtungen mit den Registrierballons zeigen, daß in dieser Schicht die vertikale Temperaturabnahme so gut wie ganz aufhört. Es tritt im Durchschnitt sogar eine Zunahme der Temperatur auf, so daß in Höhen, die 10 bis 11 km übersteigen, höhere Temperaturen herrschen als weiter unten. Die obere Grenze dieser verhältnismäßig warmen Schicht — der großen oberen Inversionszone, wie sie jetzt genannt wird — ist durch unsere Registrierballons nicht erreicht worden. In dieser oberen Inversionszone zeigen nicht nur die Temperaturverhältnisse einen plötzlichen Sprung, sondern auch die Strömungen der Luft. Im allgemeinen scheint nicht nur ein

Aufhören der vertikalen Bewegungen, sondern auch ein Abflauen der horizontalen Strömungen hier einzutreten. Änderungen der Windrichtung sind ebenfalls oft beobachtet worden. In dieser Beziehung muß die Zukunft noch Näheres lehren.

Redner schloß diesen Teil seines Vortrags mit dem Hinweis, daß die Wissenschaft durch ihre Instrumente bereits die Atmosphäre bis zu großen Höhen beherrscht, so daß auch in diesem Sinne von einer Eroberung gesprochen werden kann. Mit Ballons erreichten die Forscher Prof. Berson und Süring

10800 Meter,

ein Straßburger Registrierballon stieg zu der gewaltigen Höhe von

25800 Meter,

während mit gefesselten Drachen die immerhin respektable Höhe von 6000 m erreicht wurde.

Im zweiten Teil seines Vortrags beschäftigte sich der Redner mit den Bestrebungen, die Atmosphäre für den menschlichen Verkehr zu erobern. Er zeigte zunächst, daß zwischen den vorhin geschilderten wissenschaftlichen Studien und den nunmehr darzustellenden Bestrebungen, ein lenkbares Luftschiff zu bauen, ein enger Zusammenhang besteht; nur durch das große Interesse, welches die wissenschaftliche Erforschung der Atmosphäre allenthalben erweckte, wurde erst die Möglichkeit gegeben, mit Intensität auch an diese Forschungen heranzutreten. Redner begann mit der Feststellung der Tatsache, daß das lenkbare Luftschiff schon seit mehreren Jahren in mehr oder weniger vollkommener Form existiert. Wir haben bereits verschiedene Typen von Luftschiffen, welche durchaus lenkbar sind. Man hat dieselben bisher in nicht starre, halb starre und starre Systeme eingeteilt. Redner hält diese Einteilung für nicht berechtigt. Die bisher erbauten Typen von Luftschiffen lassen sich besser folgendermaßen klassifizieren:

1. Luftschiffe, bei welchen der Schiffskörper die starre Form durch inneren Überdruck und damit zusammenhängend durch ein sogenanntes Ballonett erhält;

2. Luftschiffe, welche die starre Form durch ein äußeres festes Gerippe erhalten.

In die erste Abteilung gehören alle französischen Lenkballons und die deutschen, z. B. nach dem Parsevalschen System.

In die zweite Abteilung ist der Zeppelinsche Ballon zu stellen.

Redner gab nun im folgenden eine nähere Beschreibung der hauptsächlichsten Typen von Lenkballons und ging insbesondere auf die Vor- und Nachteile eines jeden Systems ein. Seine Ausführungen gipfelten darin, daß die Vorteile des Systems mit äußerem starren

Skelett so groß sind, daß man von diesen Luftschiffen die größten Leistungen in der Beherrschung der Atmosphäre erwarten müsse.

Aus diesen Ausführungen möge noch Folgendes hervorgehoben werden:

Die wichtigste Frage, die der Stabilität des Ballonkörpers während der Fahrt, ist wohl für alle Systeme gleichmäßig gelöst; alle Systeme versehen ihre langgestreckten Flugkörper nach den Vorschlägen des französischen Obersten Renard mit sogenannten Stabilitätsflächen, die am hinteren Teile des Luftschiffes angebracht sind. Am besten eignet sich hierfür das starre System.

Die wichtige Frage der Erhaltung der Form der Luftschiffe ist nur mit besonderen Mitteln bei den nicht starren Flugschiffen zu erzielen; insgemein wird dies nach dem Vorgang von Meusnier durch Ballonetts erzielt (im Innern des Ballons enthaltene Luftsäcke, die von außen durch einen Ventilator stets mit Luft gefüllt werden und so durch den Innendruck das Flugschiff straff erhalten). Direkt gelöst ist diese Frage bei dem starren System, welches durch sein äußeres Gerippe die starre Form verbürgt und keines Hilfsmittels bedarf.

Was die Frage der Motoren und Propeller betrifft, so befinden sich diese bei nicht starren Ballons an der Gondel, also unterhalb des eigentlichen mit Gas gefüllten Tragkörpers. Diese Anbringung der Propeller ist eine sehr ungünstige, da sie nicht im Mittelpunkt des Luftwiderstands liegt und so eine unruhige Bewegung des Ballons, ein Stampfen veranlaßt wird. Das mit starrem äußeren Skelett dagegen gestattet ein festes Verbinden der Gondel mit dem starren Flugkörper und auch einen festen Übertragungsmechanismus der Motorbewegung auf die Propellerbewegung und das Anbringen der Propeller dort, wo sie am wirksamsten sind, am eigentlichen Tragkörper, in der Richtungshöhe des Druckmittelpunktes.

Das nicht starre System hat vor dem starren nur den Vorzug, daß man damit kleinere Flugschiffe bauen kann; das starre System erfordert stets das Überschreiten eines gewissen Größenminimums. Graf Zeppelin arbeitete sofort mit einem verhältnismäßig großen Flugschiff; während das Parsevalsche Flugschiff noch eine Länge von 30 m besitzt, ist das Zeppelinsche über 100 m lang.

Soll aber ein möglichst leistungsfähiges Luftschiff hergestellt werden, das wirklich die Luft beherrscht, so muß dasselbe eine entsprechende Größe haben. Luftschiffe, die tagelang in der Luft bleiben sollen, müssen mindestens 10000 m^3 und mehr heben. Kleine Luftschiffe (mit 1000 bis 2000 Kubikmeter Gasinhalt) werden niemals mehr als einige Stunden in der Luft bleiben können. Die Versuche der französischen Militärluftschiffer sind in dieser Beziehung beweiskräftig.

Auch das Lebaudysche Schiff wird bald an Größe das Zeppelinsche erreicht haben.

Diese Vergrößerung der Luftschiffe hängt auf das innigste mit dem Bestreben zusammen, möglichst große Geschwindigkeiten und möglichst lange Fahrtdauer durch große Aktionsradien zu erzielen. Ein Luftschiffsystem, welches eine solche Größe besitzt, daß es mehrere Motoren mitführen kann, wird nicht nur die größere Geschwindigkeit, sondern auch die größere Betriebssicherheit haben. Das Versagen eines Motors, welches ein kleineres Luftschiff direkt steuerlos und betriebsunfähig macht, ist in diesem Falle von keiner großen Bedeutung, da der andere Motor genügt, um das Luftschiff lenkbar zu halten und den anderen Motor wieder zu reparieren. Vor allem aber gewähren der doppelte Motor und der größere Gasinhalt die Gewähr eines großen Aktionsradius. Das Parsevalsche und das Lebaudysche Luftschiff werden kaum eine größere Fahrtdauer als zehn Stunden besitzen, während das Zeppelinsche mehrere Tage in der Luft sein kann und dadurch Entfernungen von 2000 bis 3000 km mit der größten Leichtigkeit beherrscht.

Redner ist aus diesen Gründen ein Anhänger des starren Systems, ohne jedoch dem Bau von kleineren Luftschiffen, welche mehr dem Sport oder anderen speziellen Zwecken dienen sollen, entgegenzutreten.

Das starre System hat aber noch andere große Vorteile. Das äußerst feste Gerüst gestattet es mit Leichtigkeit, an jeder Stelle horizontale drehbare Flächen anzubringen, welche beim Fahren des Luftschiffs dynamisch wirken und je nach ihrer Stellung dasselbe zwingen, eine andere Höhenlage einzunehmen. Das Zeppelinsche Luftschiff hat solche Höhensteuerflächen bereits mit großem Vorteil benutzt und durch seine Versuche gezeigt, daß es in der Lage ist, ohne Ballastwurf und ohne Gasverlust große Höhenänderungen vorzunehmen. Für die Entwicklung der Motorluftschiffahrt ist diese Fähigkeit, mit dynamischen Flächen zu arbeiten, von größter Bedeutung. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man durch Vergrößerung dieser Flächen bei den Luftschiffen die dynamische Wirkung stetig mehr erhöhen wird. Man kann auf diese Weise den Auftrieb, den das Luftschiff durch das Gas noch erhalten muß, beständig verringern und somit die zu jeder Auffahrt notwendigen Gasmengen verkleinern. Bei dem starren System ist also die Möglichkeit gegeben, daß dasselbe sich durch Vergrößerung seiner dynamischen Flächen mehr und mehr den reinen Drachenfliegern nähert und so den Übergang schafft von den mit Gas gefüllten Luftschiffen zu denjenigen Konstruktionen, welche in allen ihren Teilen schwerer als Luft sind.

Der Vortragende schloß unter stürmischem Beifall der Versammelten mit folgenden Worten:

Die Eroberung der Atmosphäre ist schon jetzt erfolgt. Wir beherrschen mit unseren wissenschaftlichen Instrumenten die Atmosphäre bis zu den größten Höhen; wir haben auch bereits lenkbare Luftschiffe, die durchaus imstande sind, diese Höhen zu durchkreuzen. Das neue Gebiet ist tatsächlich bereits erobert; nur befinden wir uns noch in demselben Zustande, wie Pioniere in einem teilweise noch unbekannten Lande. Es wird noch vieler Versuche und vieler Studien bedürfen, damit wir die neue Heimat, die uns in vielen Teilen noch fremd ist, ebenfalls so gut und so genau kennen lernen, wie das alte Land: die alte Mutter Erde.

VI.

Die neuere Tierpsychologie.

Von

O. zur Strassen.

I.

Die Tierpsychologie hat sich neuerdings in hohem Maße zum Vorteil verändert. Sie hat ihre Ziele erweitert und schärfer gefaßt, vor allem aber ihre Methoden, die früher unvollkommen, ja vielfach dilettantisch waren, so sehr verbessert, daß sie im Begriff steht, eine Wissenschaft ersten Ranges zu werden.

Die Zeit liegt noch nicht weit zurück, als die bekannte Frage: „Instinkt oder Überlegung?“ das Interesse fast ganz allein in Anspruch nahm. Und diese Alternative — die obendrein falsch gestellt war, denn es gibt noch ein Drittes — pflegte sehr naiv vom menschlichen Standpunkt aus entschieden zu werden: eine Handlung, die der Mensch mit Überlegung vollbringen würde, sollte auch beim Tier in solcher Weise verursacht sein. Dabei machte die Siegerstimmung der Deszendenzlehre, die zwischen Mensch und Tier manches trennende beseitigt hatte, gerade die fortschrittlich gesinnten Geister oft geneigt, den Tieren ein ansehnliches Maß von Überlegung zuzuschreiben. Neben Wirbeltieren galten besonders die Insekten mit ihrer fast unerschöpflichen Fülle von Fertigkeiten in Brutpflege, Staatenbildung etc. als Muster von Intelligenz. Heute wissen wir aus zuverlässigeren Quellen, daß diese Meinung irrig war.

Zunächst: Sehr viel von dem, was Tiere mit scheinbarem Bedacht vollbringen, geschieht nachweislich rein auf Grund angeborener Befähigung. Wird eine Ameise oder Biene aus ihrer Puppenhülle künstlich befreit und abgesondert aufgezogen, so ist das junge Tier, das vom Getriebe des Staates nichts gesehen hat und keinerlei Unter-

richt empfangen oder Erfahrung sammeln konnte, doch völlig befähigt, die typischen Verrichtungen seiner Spezies auszuführen: die Ameise trägt Eier von Blattläusen ein, betreibt die Sklaverei, die Biene baut Waben ebenso tadellos und zweckentsprechend wie eine alterfahrene. So ist auch ein Vogel, der jung aus dem Nest genommen wurde, im ersten Herbst zum Wanderflug bereit; er vermag ohne Vorbild ein Nest zu bauen. Und in sehr zahlreichen Fällen läßt schon der normale Hergang keinen Zweifel, daß die Fähigkeit zu den Verrichtungen angeboren ist: *Rhynchites betulae* z. B. schneidet und rollt das Birkenblatt auf wundervoll zweckmäßige Art zum Trichterwickel, der seiner Brut als Wiege und Nahrung dienen soll, obgleich er noch gar nicht lebte, als seine eigene Wiege zustande kam. Gleich beim ersten Versuch ist er vollendeter Meister (Wasmann) und lernt auch durch Wiederholung nichts hinzu; im Gegenteil. — Es scheint nun ganz unmöglich, daß irgend ein Geschöpf von seiner Geburt an mit hinreichender Kenntnis und Urteilskraft ausgerüstet wäre, um solche Dinge nach selbständiger Entschließung auszuführen.

Und eine zweite Gruppe experimenteller wie normal-biologischer Tatsachen lehrt unmittelbar, daß das betreffende Tier sich wirklich gar nichts bei seiner zweckmäßigen Verrichtung überlegt: wird die Handlungsweise durch Modifikation der Umstände, unter denen sie nützlich war, ins Sinnlose verkehrt, so ändert das Tier sein Verhalten nicht, oder nicht sogleich. Eine Grabwespe z. B. trägt als Nahrung für ihre Brut, die sie in selbstgegrabenen Erdlöchern erzieht, Heuschrecken ein, schleppt aber die Beute nicht gleich ins Loch, sondern legt sie an dessen Eingang nieder; erst nachdem sie der Höhle unbelastet einen Besuch gemacht, bringt sie das Werk zu Ende. Dies hat seinen guten Grund: so erfährt die Wespe, ob etwa inzwischen eine von den Schmarotzerfliegen dagewesen ist, die in der Nähe zu lauern und den Fleiß der anderen für ihre eigene Brut zu mißbrauchen pflegen. Überlegt aber war es nicht. Denn als einst Fabre, während die Wespe mit ihrer Rekognoszierung beschäftigt war, die draußen abgelegte Heuschrecke um ein paar Zentimeter verschob, benahm sich die Wespe sehr unverständig. Sie kam hervor, fand bald ihr Eigentum, zog es zum Nest und — ließ es am Eingang liegen, um unbeladen ein zweites Mal hineinzuschlüpfen. Da Fabre nun wissen wollte, wer es länger aushielte, er oder sie, so wiederholte er den Versuch. Beim vierzigsten Male gab er sich geschlagen. Offenbar verfährt die Wespe rein instinktiv. Ankunft mit Beute vor dem Höhleneingang enthält für sie den Zwang zum niederlegen, hineinschlüpfen; wozu, ist ihr unbekannt. — Das lehrreiche Experiment, die Zweckmäßigkeit einer bestimmten Verrichtung durch einseitige Änderung ihrer äußeren Bedingungen aufzuheben, macht nun die Natur zuweilen selbst auf stammesgeschichtlichem Wege. Daß ein Vogelpärchen die Jungen füttert, hält

mancher für ein Zeichen von Intelligenz oder doch von edleren psychischen Eigenschaften. Es kann aber nichts anderes sein, als instinktive Reaktion auf das Geschrei und Schnabelsperren der Brut. Sonst wäre ja dem Kuckuck nicht geglückt, Singvogeleltern sein Junges unterzuschieben: weil dieses lauter schreit und den Schnabel weiter sperrt, als die eigene Nachkommenschaft des betrogenen Elternpaares, so nimmt es deren eifrige Pflege für sich allein in Besitz, und die rechtmäßigen Kinder verhungern (Wasmann). Ofter geschieht es auch, daß eine Verrichtung rudimentär wird, genau wie ein Organ; das heißt, sie bleibt in reduzierter, unvollkommener Weise fortbestehen, nachdem sie durch stammesgeschichtliche Veränderung der früheren Verhältnisse überflüssig und zwecklos geworden ist. Viele Raubtiere bedecken z. B. ihren Kot mit Sand, und da die Nützlichkeit dieser Handlung einleuchtet — bewirkt sie doch, daß die Gegenwart des Räubers minder ruchbar wird —, so glauben wohl Viele zunächst, das Raubtier verfahre hierbei mit Überlegung. Nun produzieren aber die Haushunde von dieser Verrichtung ein komisches Rudiment. Erst gehen sie zehn Schritte weiter, dann machen sie nach einer Seite, wo das Corpus delicti gar nicht liegt, ein paar ungeschickte Kratzbewegungen mit den Hinterbeinen, und alles vielleicht auf hartem Trottoir. Natürlich kann diese zwecklose Bemühung nur die Folge innerer, nach dem Kotlassen eintretender Reizzustände sein. Damit aber die ursächlichen Grundlagen eines solchen Prozesses in rudimentärer Form überliefert werden konnten, wird unbedingt vorausgesetzt, daß auch die vollkommene, gut gerichtete und zweckmäßige Originalverrichtung der wilden Ahnen nicht das Ergebnis freier Entschließung und Überlegung, sondern die automatische Folge instinktiver Veranlagung war.

Kurzum, die neuere Tierpsychologie betrachtet das Handeln und Wirken der Geschöpfe bis herauf zum Säugetier mit anderen Augen. Wir halten für gewiß, daß alle die typisch-zweckmäßigen Verrichtungen, die für den Lebensbetrieb der einzelnen Arten von grundlegendem Werte, oft aber auch solche, die scheinbar unbedeutend sind, rein instinktiv geschehen. Natur hat eben die Tiere so eingerichtet, daß jedes in den normalen, „voraussehbaren“ Lebenslagen gewisse, zu seinem Besten dienende oder der Spezies nützliche Bewegungen gedankenlos vollbringen muß, wie ja auch die inneren, nicht minder zweckmäßigen Bewegungen: Blutumtrieb, Darmperistaltik etc., ohne Überlegung vonstatten gehen. Und hier wie dort erstreckt sich die Fürsorge der Natur auf Kleinigkeiten, die man der Mühe kaum für wert gehalten hätte.

Allein durch diese für immer gesicherte moderne Einsicht in die Bedeutung und unvermutet große Verbreitung der blinden Instinkte

sind keineswegs die Tiere samt und sonders zur Stufe von Maschinen hinabgedrückt, die etwa ganz genau nur dasjenige zu leisten vermöchten, wozu sie von Haus aus geschaffen sind. Solches mag für die untersten Gruppen des Tierreichs richtig sein. Bei höher organisierten Formen aber tritt neben die angeborenen, bei allen Individuen der Spezies in fast identischer Weise wiederkehrenden Instinkte die Fähigkeit individuell-zweckmäßigen Verhaltens. Das einzelne Geschöpf vermag sein Benehmen je nach vorausgegangenen persönlichen Erlebnissen passend zu variieren, das angeborene Programm zu erweitern und zu verbessern, vielleicht gar teilweise umzustoßen. Es „lernt" aus „Erfahrung". Und diese wunderbare Eigenschaft, die anfangs neben den Instinkten eine bescheidene Rolle spielt, gewinnt in höheren und höchsten Gruppen eine solche Ausbildung und Leistungsfähigkeit, daß sie an biologischem Werte den Instinkten nahekommt, wohl gar sie übertrifft.

Die einfachste Form des Lernens findet sich ziemlich früh. Schon Krebse (Spaulding, Yerkes) bringen es fertig, einen Ort, wo sie Futter erhalten haben, erneut zu besuchen, oder den Weg, der sie in eine Sackgasse führte, künftig zu meiden. Insekten leisten darin (Wasmann, v. Buttel-Reepen u. A.) erheblich mehr. Eine Biene z. B., die in trachtloser Zeit Honig an einem Fenster gefunden hat, benutzt diese gute Erfahrung nicht nur, um an das gleiche Fenster zurückzukehren, sondern fliegt auch an das Nebenfenster, was zweckmäßig ist; besteht doch einige Wahrscheinlichkeit, daß dort ebenfalls Nahrung vorhanden sein könnte. Ja, eine Biene lernt sogar ganz anders geformte und bemalte Fenster in fremden Häusern aufzusuchen (v. Buttel-Reepen), dehnt also die gewonnene Erfahrung in höchst nützlicher Weise auf eine ganze Klasse von Objekten aus. Und wenn schon das Insekt sich hierbei zu verhalten scheint, als hätte es den „Begriff" des Fensters durch Abstraktion von wechselnden Einzelheiten in sich ausgebildet, so kann bei Wirbeltieren das wirkliche Vorhandensein eines entsprechenden Verhaltens gar nicht bezweifelt werden. Krähen auf dem Felde unterscheiden den Jäger, wie immer er im einzelnen aussehen mag, vom harmlosen Bauer. Erfahrene Hunde „erkennen" den Bettler, sei er groß oder klein, jung oder alt. Und es ist klar, wie sehr der Vorteil, den alle so begabten Tiere aus ihren Erfahrungen zu ziehen vermögen, gesteigert wird. Dennoch liegt hierin noch nicht der höchste Grad. Manche Tiere machen nicht nur die körperlichen Dinge, sondern sogar das regelmäßig Wiederkehrende in Vorgängen zum Gegenstande ihrer Erfahrung und verwenden sie zweckentsprechend. So zeigen sich ältere Hunde und Affen mit der Erscheinung, daß ein bewegter Körper in gleicher Richtung fortfährt sich zu bewegen, zumeist vertraut, denn sie weichen ihm aus. Und auf der obersten Stufe begegnen wir einer so gesteigerten Fähigkeit, das früher Gelernte in neuen, nie erlebten

Situationen passend anzuwenden, daß es scheint, als hätten die Tiere Einblick in den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung und wählten hiernach aus ihrer Erfahrung heraus das Mittel zum Zweck. Anthropoide Affen gewinnen die allgemeine Erfahrung, daß mangelhaft festgehaltene Gegenstände zu Boden fallen. Nehmen wir an, ein Orang wollte mit irgend einem Ding, das ihn am Klettern hindern würde, vom Baum herunter, so ginge die Maßnahme, den Gegenstand fallen zu lassen und unten wieder aufzunehmen, wohl nicht über seinen Horizont.

Wir sehen also: Die Gegner der Tierintelligenz haben noch lange nicht glatt gesiegt. Neben den typisch-zweckmäßigen Instinkten steht ebenso unbestreitbar das weite und mannigfache Erscheinungsgebiet des individuell-zweckmäßigen Verhaltens, des „Lernens aus Erfahrung". Und die Tierpsychologie soll erst noch entscheiden, ob sie den lernfähigen Tieren sämtlich, oder einigen und welchen den Titel der Intelligenz zubilligt oder nicht.

Versteht man unter Intelligenz, wie das gewöhnlich geschieht, die Fähigkeit, durch Abstraktion Begriffe zu bilden und Schlüsse zu ziehen, dann haben sich offenbar die höheren Wirbeltiere, von denen vorhin die Rede war, aufs Haar so verhalten, als wären sie intelligent. Aber auch die Biene, die zum Fenster zurückkehrt, benimmt sich, als wenn sie den Schluß gezogen hätte: am Fenster stand Honig — er wird wohl noch da sein. Ja selbst für die lernenden Krebse gilt das Gleiche. Und in der unkritischen Zeit der Tierpsychologie wäre die Folgerung, daß allen diesen Geschöpfen in der Tat Intelligenz zuzuschreiben sei, wahrscheinlich prompt gezogen worden.

Aber so schnell geht das nicht. Die Tierpsychologen haben, vor allem auf Wundts Ermahnungen hin, inzwischen gelernt, das „Prinzip der Sparsamkeit", das ja für alle Wissenschaft obligatorisch ist, auch in ihrem Gebiete strenger anzuwenden. Nun kennen wir aus menschlicher Erfahrung eine innere Tätigkeit, die weder instinktiv, noch intelligent ist und dennoch die Art unseres Handels bestimmen kann: die überlegungslose, gesetzmäßig vor sich gehende „Assoziation"; und diese Tätigkeit ist einfacher als die intelligente. Also zwingt das ökonomische Prinzip, die Assoziation zur Deutung des tierischen Lernens versuchsweise heranzuziehen. Und Wundt, Lloyd Morgan, Wasmann und Andere haben dargetan, daß in der Tat die nicht instinktiven, auf individueller Erfahrung beruhenden Handlungen der Tiere in weitestem Umfange durch zweckmäßige Assoziation zn erklären sind. Nimmt man z. B. an, im Innern der Biene assoziiere sich das „Lustgefühl" des gestillten Hungers mit der „Vorstellung" des Fensters und des Weges dahin, und dieser Komplex verbände sich in geeigneter

Weise mit dem neu erwachten Sammeltriebe, so würde das Tierchen, ohne intelligent geschlossen zu haben, zum Honig zurückgeführt. Sogar ein Teil von dem, was wie die Bildung von Begriffen, wie intelligente Ausdehnung des Gelernten auf eine Gruppe verwandter Objekte erscheint, könnte recht wohl — soweit es nicht ganz trivial durch eine Art heilsamer Sinnestäuschung ermöglicht wird (Lloyd Morgan) — auf Assoziation beruhen. Es gibt eine besondere Art derselben: die Ähnlichkeitsassoziation. Hierbei bewirkt die Ähnlichkeit eines Gegenstandes mit einem früher wahrgenommenen, daß das „Erinnerungsbild" des letzteren emportaucht, mit ihm die fest daran geknüpfte Reihe von Assoziationen, und so eine Handlung zustande kommt, die auch dem neuen Objekte gegenüber zweckmäßig ist.

Allein so sehr die Einführung der sparsamen Assoziationshypothese mit dem, was von der sogenannten Tierintelligenz noch nicht als angeborener Instinkt entlarvt werden konnte, weiterhin aufräumt: ein Rest bleibt übrig. Was einige höchste Wirbeltiere in zweckmäßigem Gebrauch ihrer Erfahrungen zu leisten vermögen, wird durch das bloße Spiel von Assoziationen nicht aufgeklärt. Und wenn natürlich auch niemals exakt bewiesen werden kann, daß irgend ein Tier in menschlich-psychologischer Weise Begriffe gebildet und Schlüsse gezogen, Ursache und Wirkung in ihrem Zusammenhang verstanden habe, so wird doch dem unerklärten Reste individuell-zweckmäßiger tierischer Handlungen der Name der Intelligenz, als Anerkenntnis ihrer Komplikationshöhe, vorläufig verbleiben dürfen.

Nach alledem hat die neuere Tierpsychologie nicht, wie die frühere, mit zweierlei Haupterscheinungen, sondern mit dreien zu tun: den Instinkten und den zwei Stufen des Lernens aus Erfahrung, hypothetisch bezeichnet als Assoziationsfähigkeit und Intelligenz. Diese Rubriken noch schärfer zu begrenzen, ihre Verteilung auf das Tierreich zu präzisieren und sie mit immer reicherem Inhalt anzufüllen, wird ihre Aufgabe sein.

Allein die Ziele der Tierpsychologie sind weiter und höher gesteckt. In einer Frage der allgemeinsten Naturwissenschaft: ob neben der mechanistischen Kausalität, wie sie in den Erscheinungen der anorganischen Welt zweifelsohne vorhanden ist, noch eine besondere Art spezifisch lebendiger, zwecktätiger Ursachen anzunehmen sei, verdient sie nicht nur gehört zu werden, sondern ich glaube, daß die Entscheidung dieser prinzipiellen Frage, die jetzt die Geister wieder so überaus lebhaft bewegt, gerade auf tierpsychologischem Gebiete fallen wird.

Nichts erscheint dem naiven Urteil selbstverständlicher, als daß in den inneren Vorgängen, aus denen eine tierische Handlung entspringt, eine

besondere zwecktätige, der anorganischen Natur grundfremde Triebfeder enthalten sei. Doch macht auch die wissenschaftliche Tierpsychologie von der Annahme teleologischer Geschehensgründe sehr ausgedehnten Gebrauch. Die Einen reden von der „Seele" des Tieres, die niedere oder höhere Fähigkeiten besitzen und Handlungen veranlassen soll; oder von „psychischen Qualitäten"; oder sie sagen, daß zu dieser und jener Leistung Bewußtsein nötig sei. „Lust und Unlust", „Wille", „Trieb" und „Streben" werden sehr häufig als wirkende Agentien eingeführt. Andere Forscher (v. Hartmann, Driesch) sehen von dem Bewußtsein als nicht vorhanden oder unbeweisbar ausdrücklich ab, lassen aber unbewußte teleologische Faktoren um so reichlicher wirken; Driesch nennt den seinen wegen der Ähnlichkeit der von ihm hervorgebrachten Effekte mit seelischen das „Psychoid". Und selbst diejenigen, die immer betonen, daß jedem psychischen Vorgang ein physiologischer Nervenprozeß entspricht, setzen doch an den Beginn einer zur Handlung führenden physischen Kausalreihe oft ein zwecktätiges Anfangsglied — „Willensmotiv", „Trieb", — obgleich sie vielleicht, wie Wundt, sonst Gegner des Vitalismus sind. — Also, bewußt oder unbewußt, psychisch oder psychoidal, vitalistisch gemeint oder nicht, in allen diesen Fällen wird doch ein Agens, das seinem ganzen Wesen nach von aller physikochemischen Kausalität verschieden ist, in das Ursachengetriebe tierischer Handlungen eingeführt. Es sei mir für heute erlaubt, die Summe dieser teleologischen Geschehensgründe ohne Rücksicht auf ihre Vielgestaltigkeit unter dem Namen des „psychischen Faktors" zusammenzufassen.

Nun stellt die Annahme eines „psychischen Faktors" natürlich eine Belastung des Weltbildes dar. Es wäre einfacher, wenn auf die zweifellos vorhandenen Geschehensgründe der anorganischen Natur auch der gesamte Inhalt der Tierpsychologie, vom blinden Instinkt bis zur Intelligenz hinauf, zurückgeführt werden könnte. Dann zwingt uns das Prinzip der Sparsamkeit, die Existenz eines besonderen psychischen Faktors bis zum Beweis des Gegenteils zu bestreiten. Es ändert nichts an dieser methodologischen Nötigung, daß der Versuch, das tierische Verhalten rein physikochemisch aufzuklären, von vornherein schwierig und bei den höheren Funktionen, vor allem den intelligenten, fast aussichtslos erscheint; er muß doch mit allem Ernste, soweit es eben geht, gefördert werden. Und wenn wir bedenken, daß in der ganzen Erörterung die apriorische Wahrscheinlichkeit allemal auf seiten des sparsamen mechanistischen Erklärungsversuchs steht, daß also den Gegnern die Beweislast zufällt, und wir schon gewonnen haben, wenn eine Deutung in unserem Sinne nicht prinzipiell ausgeschlossen ist, so dürfen wir immerhin guten Mutes sein.

Zweierlei Gründe bestimmen uns hierbei zur Einhaltung der phylogenetisch aufsteigenden Reihenfolge. Erstens gelangen wir

so, was sich natürlich empfiehlt, vom Einfachen zum Komplizierten. Zweitens aber muß auf die Möglichkeit Bedacht genommen werden, daß irgendwo in der Stammesgeschichte einer tierischen Verrichtungsart, und nur in ihr, der psychische Faktor zutage träte. Zum Beispiel könnte ein Instinkt, so wie er heute verläuft, durch physikochemische Vorgänge komplett erklärbar sein, während doch für seine phyletische Entstehung das Eingreifen psychischer Hilfsmittel: des Willens, der assoziativen oder gar der intelligenten Tätigkeit erfordert würde. Wenn also der ökonomische Versuch, die Tierpsychologie von einem „psychischen Faktor" ganz zu befreien, gelingen soll, so müßten wir beweisen, daß das Erscheinungsgebiet der tierischen Handlungen aus anorganischen Prozessen hervorgehen und, ohne je den Boden der physikochemischen Kausalität verlassen zu haben, sich bis zu seinen höchsten Formen herauf entwickeln konnte. Und dies ist das Programm der allerneusten „Tierpsychologie".

II.

Natürlich richtet sich das Interesse zunächst und vor allem auf den Beginn der tierischen Stammesgeschichte: Wie steht es mit den Amoeben? Und siehe da, gerade an dieser wichtigen Stelle ist der Erfolg ein glänzender. Wohl hat sich das Verhalten der Amoeben durch neuere Studien, besonders von Jennings, als unvermutet kompliziert herausgestellt, aber in alledem ist nichts, was von den Vorgängen der anorganischen Natur durch eine prinzipielle, die Einführung des psychischen Faktors erfordernde Kluft geschieden wäre. Im Gegenteil, wir sehen hier fast durchweg klar bis auf den physikochemischen Untergrund der Ereignisse.

Die Amoebe bewegt sich, wie man sagt, „spontan". Ohne daß ein äußerer Anlaß erkennbar wäre, treten in ihrem Plasma Strömungen auf, die eine Gestaltveränderung, zuletzt eine Fortbewegung des ganzen Tierchens zur Folge haben. Aber weder diese Bewegungsart an sich, noch ihre Spontaneität fallen aus dem Rahmen des mechanistisch Begreifbaren. Das Protoplasma ist nach Bütschlis weittragender Entdeckung ein flüssiger Schaum. Nun hat man Schäume von gleicher Feinheit künstlich hergestellt (Bütschli, Rhumbler), an denen der Vorgang spontaner amöboider Bewegung sich täuschend wiederholte: geringe lokale Anderungen der chemischen Beschaffenheit an inneren Oberflächen des schaumigen Gemisches bewirken daselbst ein Steigen oder Sinken der physikalischen Flächenspannung, die ihrerseits zu Verschiebungen, Strömungen, endlich zur Ortsbewegung führt. Gleiches gilt für das Protoplasma. Und wenn das „spontane" Auftreten lokalisierter chemischer Zustandsänderungen im künstlichen Schaum durch wechselseitige und selbstverständlich nicht homogene Beeinflussung der

gemischten Flüssigkeiten leicht zu erklären ist, so kann der entsprechende Vorgang im lebenden, d. h. dem chemischen Stoffwechsel unterworfenen Plasmaschaum beinahe als unvermeidlich bezeichnet werden. Also braucht die Amoebe zu ihrer spontanen Selbstbewegung weder „Trieb", noch „Willen". Derartiges ihr zuzuschreiben, ist nach dem Sparsamkeitsprinzipe unerlaubt.

Aber in einem unterscheidet sich die spontane Bewegung der Amoebe fundamental von der des künstlichen Schaumes. Während der tote Tropfen ohne Sinn und Ordnung hin- und hergetrieben wird, kommt der Ortsveränderung des niedrigsten Tieres bereits dasjenige Merkmal zu, das eine Bewegung zur „Verrichtung" stempelt: die Zweckmäßigkeit. Die kriechende Amoebe wandert mit einiger Konsequenz in gerader Bahn dahin, jedoch nicht dauernd, sondern sie lenkt von Zeit zu Zeit ein wenig zur Seite, so daß im ganzen eine vielfach und regellos gewundene Kurve beschrieben wird. Und man begreift sogleich den Nutzen dieser Bewegungsweise. Indem das Tierchen sich hierhin und dorthin wendet und rastlos umherstreift, gelangt es durch Zufall auch in die Nähe der ruhenden, vielleicht spärlichen Gebilde, die ihm zur Nahrung dienen. Es produziert auf Kosten seiner Arbeitsmittel ein scheinbar zweckloses Übermaß von Ortsveränderung, aber es sichert sich dadurch eine nutzbringende Eventualität, deren Wert den geschehenen Aufwand übertrifft. Nun wird das gleiche Prinzip: durch Überproduktion von Möglichkeiten ein einzelnes Ereignis, das aus irgendwelchem Grunde nicht unmittelbar herbeigeführt werden kann, in Bausch und Bogen zu erzielen (Spencer, Bain, Mark Baldwin), vom Menschen sehr häufig mit Überlegung angewandt. Der sein Revier durchstreifende Jäger verfährt danach. Wer spät nach Hause kommt, im Dunkeln das Schlüsselloch nicht findet und nun den Schlüssel in komplizierten Kurven umherbewegt, desgleichen. Auch manche unserer Geräte und Maschinen sind daraufhin kalkuliert: um einen Vogel im Flug zu treffen, schickt man ihm nicht die einzelne Kugel, sondern mit dem Schrotgewehr einen ganzen Streukegel von Geschossen nach, in der Voraussicht, daß zwar die Mehrzahl ins Blaue gehen, eines aber wohl den Vogel erreichen werde. Wenn aber die kriechende Amoebe das zweckmäßige Prinzip — das ich im folgenden mit einem kurzen Wort als das „der Schrotflinte" bezeichnen möchte — gleichfalls zur Anwendung bringt, so bedarf sie hierzu keiner Überlegung; sie „sucht" (in psychologischem Sinne) ihre Nahrung nicht, folgt nicht einmal einem blinden „Triebe". Denn es genügt, wenn unser Tierchen nach seiner stofflichen und strukturellen Beschaffenheit so eingerichtet ist, daß jene chemischen Veränderungen, die eine Strömung im Plasmaschaum nach sich ziehen, nicht überall und regellos eintreten und wieder verschwinden, sondern in ihrer Ausdehnung beschränkt sind und kontinuierlich in ungefähr gleicher Lage zum Körper weiterlaufen; dies aber

bereitet der physikochemischen Erklärung keine nennenswerte, geschweige denn prinzipielle Schwierigkeit.

Wenn nun der Weg der „jagenden" Amoebe so nahe an einem zur Nahrung geeigneten Gegenstande vorüberführt, daß die im Wasser gelösten Ausscheidungen desselben auf sie wirken, so zeigt sie sich von einer neuen Seite. Sie unterbricht ihre Fahrt, schickt Pseudopodien in der Richtung auf die Nahrung vor, fließt hin und „fängt" sie, um sie danach durch eine Art von Schlingbewegung in sich aufzunehmen. Das Umgekehrte geschieht, sobald die kriechende Amoebe von einer mechanischen Berührung getroffen wird, z. B. gegen ein Hindernis rennt. In diesem Falle beginnt das Plasma von der berührten Stelle hinwegzufließen: das Tierchen nimmt eine neue Marschrichtung auf, „flieht" oder vermeidet das Hindernis; ein Rückzugsverfahren, das sie auch anderen schädlichen Dingen gegenüber, zu warmem oder zu kaltem Wasser, giftigen Beimischungen etc. zur Anwendung bringt. So sorgt das kleine Geschöpf durch zweckdienliches Hin- oder Fortkriechen mit guter Taktik für sein Wohlergehen. Nun denkt natürlich niemand daran, das die Amoebe in diesen Dingen ein noch so primitives Urteil gebildet und danach ihre Entscheidung getroffen hätte, sondern im höchsten Falle kennzeichnet sich ihr Verhalten als angeborener Instinkt, der durch gewisse „Reize" auf zweckmäßige Art in ungleiche Bahnen geleitet wird. Aber was ist ein Reiz? „Schmeckt" die Amoebe den diffundierenden Nahrungssaft, „spürt" sie die Berührung? Wie unterscheidet sie die heilsamen und schädlichen Reize? Hier liegt, so könnte man glauben, für psychisch-teleologisches Geschehen noch immer ein weites Feld. Und dennoch gelingt es leicht, auch hier den „psychischen Faktor" auf Grund des Sparsamkeitsprinzipes auszuschließen. Nehmen wir an, das Plasma der Amoebe wäre chemisch so eingerichtet, daß durch Kontakt seiner Oberfläche mit dem Saft der adaequaten Nahrung ein stofflicher Umsatz entstünde, daß dieser darauf eine Serie weiterer, mehr in die Tiefe greifender Veränderungen zur Folge hätte, und endlich der ins Innere „geleitete" Prozeß in der Erzeugung von Stoffen gipfelte, die dort ein Vorwärtsströmen des Plasmas bewirken müssen, so flösse ein solcher Organismus auf seine Nahrung zu. Und andererseits greifen mechanische Berührung, starkes Gift, erhebliche Wärme oder Kälte vielleicht derart in den Chemismus des Protoplasma ein, daß anders geartete Umsetzungen mit einem Endprodukt von der entgegengesetzten physikalischen Wirkungsart zustande kommen: die darauf resultierende Rückwärtsströmung trüge das Geschöpf aus dem Bereich der Gefahren.

Allein mit der Fähigkeit, auf eine Anzahl differenter Reize durch Hin- und Wegkriechen zweckmäßig zu reagieren, ist das Programm der Amoebe noch nicht erschöpft. Wir wissen durch Jennings, daß solch ein niederes Wesen sogar in „Stimmungen" oder Zustände

geraten kann, worin nicht nur die Art der Spontanbewegung eine neue, sondern auch die Beantwortung der Reize von Grund aus verändert ist. Eine Amoebe, die von der Unterlage, an der sie kroch, auf irgendeine Weise losgerissen wurde und frei im Wasser schwebt, scheint nicht mehr das gleiche Geschöpf zu sein. An Stelle der früheren kompakten Tropfenform, der einseitig lokalisierten Plasmaströmungen dringen jetzt lange, schlanke Pseudopodien nach allen Richtungen vor, bis das Wesen aus lauter Strahlen besteht, wie ein zarter Stern. Da nun das schwimmende Tier mit den verlängerten Füßchen einen verhältnismäßig weiten Raum beherrscht, so wird das eine oder andere mit irgend einem festen Gegenstand zusammentreffen. Und kaum ist dies erfolgt, so zeigt sich abermals, wie sehr die „Stimmung" der schwebenden Amoebe sich geändert hatte. Sonst reagiert sie doch auf eine mechanische Berührung negativ. Jetzt aber schmiegt sich das getroffene Pseudopodium dem Gegenstand innig an, beginnt sogleich darauf entlang zu fließen — und wie mit einem Schlage ist die normale Stimmung hergestellt: der ganze Rest der strahlenförmigen Pseudopodien schrumpft ringsum ein, die Tropfenform kehrt wieder, und gegen neue mechanische Berührung verhält sich das Tierchen ablehnend, wie je. Nun leuchtet die Zweckmäßigkeit der Erscheinung ein. Amoeben gehören von Rechts wegen auf den Grund, dort finden sie kriechend ihre Nahrung. Da hilft denn offenbar das Strahlenmanöver — im Sinne des Prinzips der Schrotflinte — samt der vorübergehend geänderten Reizbarkeit, vom Boden losgerissene Individuen so bald als möglich auf eine feste Unterlage zurückzuführen. Aber spricht sich darin das Walten eines „psychischen Faktors" aus? Noch lange nicht. Wenn vorhin angenommen wurde, das Protoplasma ändere durch äußere Wirkung, den sogenannten Reiz, an der getroffenen Stelle und dann infolge von „Reizleitung" auch etwas tiefer seine chemisch-physikalische Beschaffenheit, so bedeutet die Hypothese, daß eine solche Änderung auch auf den ganzen Körper übergreifen könne, demgegenüber nur einen quantitativen Unterschied. Es ist aber klar, daß eine in ihrem chemischen und strukturellen Gefüge total — wenn auch vorübergehend — geänderte Amoebe zugleich in ihrem ganzen, doch eben physikochemisch bedingten Verhalten eine andere wird. Die neue Plasmabeschaffenheit begünstigt vielleicht im Gegensatz zur früheren das allseitige Auftreten kleiner „spontaner" Zersetzungsherde, die wieder zahlreiche lange und dauerhafte Pseudopodien zur Folge haben. Tritt irgendwo mechanische Berührung ein, so ruft sie in der geänderten Substanz nicht denjenigen Prozeß hervor, der früher das negative Wegströmen des Plasmaschaumes bewirkte, sondern gerade den anderen, der vorher durch Nahrungssäfte zur Auslösung kam, oder einen analogen: das Plasma strömt jetzt positiv herbei und haftet an der Unterlage. Gleichzeitig aber wirft der positiv verlaufene Prozeß, indem er

sich geschwinde durch den Leib verteilt, das Plasma des ganzen Tieres in die ursprüngliche chemisch-struktuelle Verfassung zurück, wodurch die Form und Reaktionsart der kriechenden Amoebe aufs neue in die Erscheinung treten. Das klingt vielleicht kompliziert. Es bleibt aber auf dem Boden der Physikochemie und ist darum unvergleichlich sparsamer, als die Einführung eines psychischen Faktors, einer teleologischen Wirkungsweise.

Am allermeisten wird der Eindruck des psychisch-bedingten wohl dadurch erweckt, daß die Amoeben sogar „Launen" zu haben, mit einem gewissen Grade von „Freiheit" über ihr Verhalten zu bestimmen scheinen. Schon die spezielle Art, wie das „suchend" umherschweifende Tier seine Route wählt, nicht minder die sonstigen Details der Bewegung: Zahl und Form der Pseudopodien, Schnelligkeit der Reaktionen usw., sind anders bei jedem Individuum. Aber selbst an diejenigen Bestimmungen, die wir als typische Grundzüge ihres Benehmens hingestellt haben, halten sich die Amoeben keineswegs mit absoluter Genauigkeit. Da fällt vielleicht einem losgerissenen und frei im Wasser schwebenden Exemplare ein, die übliche Sterngestalt nicht anzunehmen. Eine kriechende reagierte auf leichte mechanische Berührung ausnahmsweise positiv. Auch trifft man neben den wandernden Tieren solche, die ruhen, ohne daß eine Ursache hierfür ersichtlich wäre. — Aber gerade diese Dinge bereiten, sobald man nur die Beurteilung ad hominem beiseite setzt, der physikochemischen Erklärung die wenigste Schwierigkeit. Wären alle Individuen einer Spezies nach Größe und inneren Bauverhältnissen vollkommen gleich, so wäre dennoch gewiß, daß jedes ein etwas abweichendes Verhalten zur Schau tragen müßte. Denn offenbar hängt der Ablauf der Bewegungsprozesse mindestens zum Teil von äußeren Bedingungen ab: der Temperatur und chemischen Beschaffenheit des Mediums, der Form der Unterlage usw. Und diese können gar nicht von Fall zu Fall identisch sein. Aber die Individuen gleicher Spezies sind nicht gleich. Jedes einzelne ist auf besondere und nie sich wiederholende Art historisch zu dem geworden, als was es nun vorliegt und wirkt. Die eine Amoebe hat lange Zeit keine Nahrung gefunden, hat ihre Reservestoffe verbraucht, die andere ist voll davon oder mitten in der Verdauung. Die wechselnde Qualität der aufgenommenen Nahrung muß kleine Differenzen der chemischen Beschaffenheit zur Folge haben. Das Alter des Tieres spielt sicherlich eine Rolle. Genau genommen, muß von jedem früheren Erlebnisse des Individuums, jedem empfangenen und beantworteten Reize irgendeine, wenn auch noch so minimale, Spur im Zustande des Protoplasma zurückgeblieben sein. Kurzum, die einzelne von uns betrachtete Amoebe stellt inneren wie äußeren Veränderungen gegenüber eine Reaktionsbasis dar, wie sie weder bei anderen Amoeben identisch wiederkehren, noch auch bei dem betreffenden Exemplar sich

dauernd erhalten kann. Dann aber ist nichts selbstverständlicher, als daß die Individuen einer Art in den bedeutungslosen Details ihres Verhaltens verschieden sind, und auch das einzelne sich heute so benimmt, morgen so. Und da man sich die physikochemischen Prozesse, auf denen die Grundzüge des zweckmäßigen Verhaltens beruhen, fraglos als sehr empfindlich vorzustellen hat, so begreift man auch, daß individuelle oder momentane Verschiedenheiten im Zustande der Amoeben gelegentlich die typischen Reaktionen selber modifizieren werden. Bei alledem braucht von „Freiheit" und „Willkür" ebenso wenig die Rede zu sein, als etwa bei einer Geige, die auch ihren individuellen Charakter und ebenfalls ihre wechselnden Launen hat.

Hier ist die „Psychologie" der Amoeben bereits am Ende. Wir haben in allen Arten ihres typisch-zweckmäßigen, instinktiven Verhaltens, wie auch in dessen individuellen, an sich zwecklosen Variationen nichts entdeckt, was zur Inanspruchnahme eines psychischen Faktors gezwungen hätte: physikochemische Kräfte reichten zur Deutung des Herganges überall aus. Ebensowenig aber besteht ein besonderer Grund zu glauben, daß bei der stammesgeschichtlichen Erzeugung der heute wirksamen Mechanismen ein teleologisches Prinzip geholfen habe. Kehrt doch ein guter Teil der Erscheinungen an anorganischen Schaumtropfen wieder und konnte darum den ersten Tropfen „lebendigen" Plasmaschaumes ohne weiteres eigentümlich sein. Der Rest aber setzt eine so mäßige Erhöhung der chemisch-struktuellen Komplikation über den zum Leben ohnehin nötigen Grad voraus, daß die Annahme, er sei als Folge rein körperlicher Umwandlungen gezeitigt worden, nichts Bedenkliches hat. Trifft also die allgemeine, aus Sparsamkeitsgründen wahrscheinliche, hier aber nicht näher zu prüfende Hypothese zu, daß die Amoeben nach ihrer morphologischen Beschaffenheit und ihren inneren Lebensfunktionen ohne teleologische Beihilfe aus Anorganischem entstehen konnten, so liegt in der Frage, woher die Grundlagen ihres nach außen gerichteten Verhaltens gekommen sind, keinerlei spezielle Schwierigkeit.

Nun ist die Tragweite des hier, am Anfang der Tierreihe, gewonnenen Ergebnisses außerordentlich. In Anbetracht der gewaltigen Kluft, die zwischen Amoeben und höchsten Metazoen in morphologischer Beziehung liegt, könnte man glauben, daß mit der physikochemischen Auflösung der Amoebenpsychologie nur ein winziger erster Schritt in das weite Reich tierpsychologischer Probleme geschehen sei. Im Gegenteil: schauen wir von der erreichten Höhe jetzt unbefangenen Auges umher, so finden wir uns mitten darin.

Es ist von vornherein klar, daß das Verhalten der vielzelligen

Tiere durchweg komplizierter, in höherem Grade zweckmäßig erscheinen wird, als das der Amoeben. An Stelle der trägen plasmatischen Ströme und täppischen Pseudopodien haben sie eigene Bewegungsorgane von hoher Vollendung angeschafft: Muskeln und Skelett, Gliedmaßen und mechanisches Werkzeug. Die äußeren „Reize" wirken nicht mehr wahllos auf die Oberfläche des Tieres ein, sondern werden in zweckmäßiger Lokalisation, nach Qualitäten gesichtet, von extra empfindlichen Sinneszellen aufgenommen. Nervenstränge leiten den empfangenen Reiz — an Stelle der früheren konzentrischen Verbreitung — blitzschnell an einzelne, planmäßig dazu ausersehene, oft weit entfernte Teile. Und während die Amoebe in jene wechselnden, zu typisch ungleicher Spontanbewegung und Reizreaktion disponierenden „Zustände" oder „Stimmungen" allemal mit ihrer ganzen Persönlichkeit verfiel, wodurch der Anwendung und Ausgestaltung dieser wichtigen Geschehensart natürlich enge Grenzen gezogen waren, — steht bei den höheren Tieren die immer wachsende Fülle der Ganglienzellen für solche Zwecke bereit: hier können in demselben Individuum vielerlei Stimmungen neben einander durch hingeleitete Reize erregt und ohne gegenseitige Störung bewahrt werden; der einzelne Zustand vermag nicht nur mit neu eintreffenden Reizvorgängen, sondern auch mit Zuständen anderer Ganglienzellen in zweckmäßigen Rapport zu treten. Aber alle diese Verbesserungen in anatomisch-physiologischer Hinsicht führen nur dem Grade nach, nicht prinzipiell über die Amoebe hinaus. Es steht der Annahme nichts im Wege, daß sie durch langsame Umgestaltung aus der Beschaffenheit und den Funktionen des Amoebenkörpers hervorgegangen sind. Und wenn wir jetzt den selbstverständlichen Gewinn an Vielseitigkeit und detaillierter Feinheit des Verhaltens, der bei den Metazoen aus der Vervollkommnung ihrer Hilfsmittel erwachsen mußte, in Abzug bringen, so werden wir mit einigem Staunen gewahr, daß im Verhalten höherer und selbst der höchsten Tiere das Repertoire der Amoebe noch immer die herrschende Rolle spielt, ja daß bei nicht wenigen Metazoen überhaupt nichts Neues hinzugetreten ist.

Vielzellige Tiere bewegen sich „spontan"; sie schweifen umher, als „suchten" sie nach dem Prinzip der Schrotflinte ihre Nahrung, ihr Weibchen, einen passenden Platz zum Nestbau oder Ähnliches. Aber offenbar fällt dieser Zweig ihres Verhaltens mit der Spontanbewegung der Amoebe, mit der er auch stammesgeschichtlich in lückenloser Verbindung steht, in eine und dieselbe Kategorie. Wir haben kein Recht zu glauben, daß die spontane Zusammenziehung der schwebenden Meduse ein Willensakt sei, oder daß die nach Tracht ausfliegende Biene, das streifende Raubtier von einem psychischen Faktor: Hungergefühl, Vorstellung der Beute usw., getrieben werde. Denn physikochemische Gründe reichen für alle diese Bewegungen aus. Der Stoffwechsel führt

mit Notwendigkeit zu inneren, chemisch-strukturellen Anderungen, die auf nervösem Wege in Muskelkontraktionen übergehen, als innere Reize zur Auslösung zweckmäßiger Bewegung dienen können.

Nicht minder deutlich liegt die prinzipielle Wesensgleichheit mit dem Verhalten der Amoeben da zutage, wo Metazoen durch einfache äußere Reize zur Aufnahme einer neuen Bewegungsrichtung instinktiv veranlaßt werden. Wenn irgend ein höheres Tier, und sei es ein Säuger, auf den Geruch der Nahrung oder des Weibchens durch Näherkommen reagiert, auf den Geruch seiner Feinde aber, mechanische Berührung, Änderung der Wärme, der Belichtungsart seiner Retinazellen durch Fliehen, so stellt dies fraglos nur die Weiterführung und feinere Ausgestaltung der analogen Fähigkeit bei den Amoeben dar. Zwar fällt es uns ernstlich schwer, die Ansicht aufzugeben, daß die Flucht des überraschten Rehes durch psychisches Erschrecken verursacht sei. Aber das Prinzip der Sparsamkeit läßt uns keine Wahl. Es ist durchaus nicht einzusehen, warum an irgend einem Punkte der Stammesgeschichte die allezeit unentbehrliche Fluchtreaktion, obgleich sie nach wie vor mit physikochemischen Mitteln zu erreichen war, plötzlich durch Einführung des psychischen Faktors kompliziert worden sein sollte.

Aber die Reize, wodurch die Metazoen in ihrer instinktiven Bewegung geleitet werden, sind keineswegs immer so einfach wie die der Amoebe. Zuweilen wird auf einen ganzen Komplex verschiedener, bestimmt geordneter Eigenschaften, ein „Bild" oder einen „Gegenstand" reagiert! So unterscheidet die Ameise, indem sie mit ihren Fühlern die Spur einer Genossin betrillert, auf Grund der Stellung von Fuß- und Krallengerüchen (Wasmann, Forel) die Richtung, in der jene gegangen war: sie folgt dieser Richtung; und setzt man sie verkehrt auf die Fährte nieder, so dreht sie sich um. Die Biene nimmt unter gewissen Verhältnissen das optische Bild einer Lokalität mit wunderbarer Schärfe in sich auf (Weismann, v. Buttel-Reepen u. A.), bewahrt es und läßt sich später von ihm leiten. Das sind erstaunliche Dinge. Naive Beurteiler werden der festen Überzeugung sein, daß das betreffende Insekt den Eigenschaftskomplex „erkannt", zum mindesten sich mit Hilfe einer psychischen „Vorstellung" orientiert habe. Aber so freigebig sind wir nicht. Die Kenntnis der schon bei Amoeben vorhandenen, im Metazoenkörper auf unvergleichlich breitere Basis gestellten Fähigkeit der Stimmungsänderung ermöglicht uns, die fragliche Erscheinung auf sparsamere Art zu begreifen. Nehmen wir an, die Einwirkung von „Fußgeruch" erzeuge irgendwo im Nervensystem der Ameise eine besondere Stimmung; und wenn in die auf solche Art gestimmten Ganglienzellen unmittelbar danach der andersartige Reizvorgang, der durch den „Krallengeruch" entsteht, hineingeleitet wird, so resultiere aus dem Zusammentreffen beider Gescheh-

nisse derjenige Nervenprozeß, der nach gewissen Umschaltungen das Vorwärtsgehen bewirkt: dann müßte das Tierchen immerfort von Fuß zu Kralle, d. h. in derselben Richtung weiterlaufen, wie ihre Vorgängerin. Empfängt sie jedoch die beiderlei Gerüche in umgekehrter Reihenfolge, so könnte diese neue Kombination von Stimmung und Reiz bewirken, daß die Ameise stehen bleibt und sich im Kreise dreht, bis nach dem Schrotflintenprinzip die richtige Fährte gefunden ist. Ähnlich im Falle der Biene. Das Landschaftsbild, das sich im Bienenauge spiegelt, erteilt den Zellen der getroffenen Retinulae eine Summe verschiedener, bestimmt geordneter Reize von Licht und Farbe. Diese Einzelreize könnten auf lauter getrennten Bahnen als Bündel zentralwärts fließen, in der entsprechenden Gruppe von Ganglienzellen eine wiederum — wenn auch anders — geordnete Vielheit von Einzelstimmungen zur Folge haben, die eine Weile dauern. Und damit wäre das „Bild" der Landschaft in das „Gedächtnis" des Tieres eingeprägt. Über die Grenzen des Ganglions aber liefe das Bündel gleichzeitiger Reizvorgänge — so nehmen wir an — zunächst nicht hinaus. Erst wenn ein Element der Retina nochmals in gleicher Weise gereizt, die zugehörige und noch gestimmte Ganglienzelle also zum zweiten Male von der Erregung getroffen wird, sei sie befähigt, die Welle der Zustandsänderung auf peripheren Bahnen bis an die Muskeln weiterzusenden. Aber auch dann noch soll die Weitergabe des wiederholten Reizes von einer Klausel abhängig sein, die unsere ganze Gruppe gleichzeitig gestimmter Ganglienzellen zu einer Art Interessengemeinschaft zusammenschließt. Wenn nämlich der erste, originale Gesamtreiz im Ganglion eingetroffen ist, möge von Zelle zu Zelle, soweit die Gruppe reicht, sich ein besonderer gemeinsamer Zustand, eine Grundstimmung verbreiten, die den beteiligten Zellen die Weitergabe empfangener Wiederholungsreize, wie ein großer Hemmschuh, unmöglich macht: es sei denn, daß die Gesamtheit von der erneuten Reizung getroffen würde. Dies aber träte ein, sobald das Landschaftsbild, das früher wirkte, dem Auge der Biene zum zweiten Male — und zwar in ganz genau der gleichen Orientierung gegenübersteht: dann flösse der Strom der Erregung ungehemmt vom Auge aus durch das Ganglion und könnte durch zweckmäßiges Arrangement der Nerven und Muskeln zur Auslösung einer bestimmten Bewegungsart, z. B. des geradlinigen Vorwärtsfliegens, verwendet werden. — Wie aber kommt die völlige Koinzidenz des ersten und des zweiten Bildes, die unser Reiz- und Stimmungsmechanismus für seine Funktion benötigt, zustande? Durch bloßen Zufall? Auch dafür wissen wir Rat. Die Biene kann innerlich so eingerichtet sein, daß sie durch spontane Überproduktion von Bewegung: Schwenkungen im Flug oder Drehungen des Köpfchens, die ganze Landschaft nach dem Prinzip der Schrotflinte durchprobiert, bis sie die rechte Stellung findet. Und ist sie einmal auf der ge-

wünschten Bahn so wird sie vielleicht durch winzige, gleichsam tastende Kopfbewegungen darin erhalten.

Die komplizierte Stimmbarkeit der Metazoen stellt überhaupt die Quelle dar, woraus die ungeheure Bereicherung und Verfeinerung ihres instinktiven Verhaltens zum größten Teil geflossen ist. Sie macht es erklärlich, wenn instinktive Verrichtungen so häufig nicht in einmaliger oder gleichförmig fortlaufender Bewegung bestehen, sondern in einer zusammenhängenden langen Kette verschiedenartiger Betätigungen, wie etwa die Bauinstinkte. Hier geht aus Reiz und Reaktion ein Zustand im Nervensystem hervor, der eine abermalige, durch diese eine dritte und vierte Bewegung nach sich zieht (LOEB). Oder es treten Stimmungen ein, in denen das Geschöpf zur Aufnahme äußerer Reize fähig wird, die zwar bis dahin bereits vorhanden, nur eben aus mangelnder Reizbarkeit ohne Wirkung waren. Wenn ein vom Raub „gesättigtes", mit Beute beladenes oder erschöpftes Tier auf chemische und optische Reize des Heimwegs, die es im Hungerzustand nicht beachtete, plötzlich zu reagieren beginnt, so beruht dies auf planmäßig erfolgendem Stimmungswechsel. Nicht minder die wundervolle Fähigkeit des Bienenvolkes, durch eine Skala selbsterzeugter Töne die Reaktionsart der Gemeinschaft je nach den Umständen zweckmäßig zu dirigieren (v. BUTTEL-REEPEN). Erklingt z. B. der Ton der Weiselunruhe, so nehmen alle Bienen, die er trifft, in Brutgeschäften ein anderweites Verhalten an: durch den empfangenen Schwingungsreiz des Tones ist irgendwo in ihrem Nervensystem ein neues, eigens für diesen Fall berechnetes Register gezogen worden. Genug, es scheint mir gewiß, daß keine noch so komplizierte Variante des reinen, vollständig angeborenen Instinktes bekannt geworden ist, die sich bei einigem Nachdenken nicht als ein raffiniertes Zusammenspiel von Reizen und Stimmungen erklären ließe. Stimmbarkeit und Reizbarkeit aber sind Eigenschaften, die schon die Amöbe besitzt; dort konnten sie im Prinzip auf physikochemische Weise gedeutet werden. Dann gilt Gleiches für die Metazoen. Und da der Annahme, daß stammesgeschichtlich niedere Formen des Instinktes durch langsame Umwandlung in höhere und höchste verwandelt worden seien, ebenfalls nichts im Wege steht, so gilt uns jetzt der psychische Faktor aus diesem ganzen Erscheinungsgebiete, über dessen gewaltigen Umfang die neuere Tierpsychologie ins klare gekommen ist, als ausgeschlossen.

Am wenigsten Mühe macht derjenige Zug im „psychologischen" Bilde der Metazoen, dem Unkundige vielleicht die größte Beweiskraft für das Vorhandensein psychisch-teleologischer Geschehnisse zuschreiben möchten: ihre launische Unzuverlässigkeit und Unberechenbarkeit, die „Willkür" in ihrer Spontanbewegung und allen Details ihrer typischen Reaktionen. Wir haben alle diese Dinge bei der Amöbe vorgefunden und aus der Empfindlichkeit ihres physikochemischen Mechanismus, den

Schwankungen der Ernährungsweise, der ganzen von Individuum zu Individuum wechselnden Vorgeschichte mit Leichtigkeit erklärt. Daß aber bei Metazoen, der größeren Komplikation in anatomisch-physiologischer Hinsicht entsprechend, auch jene individuellen Abweichungen und Eigenmächtigkeiten höhere Beträge erreichen müssen, ist selbstverständlich.

III.

So hat denn das Gebiet der tierischen Verrichtungen von dem Gehalte an psychischer Kausalität, den ihm die Laien in so verschwenderischer Fülle, die Fachgelehrten in immerhin ansehnlichem Maße zuzuschreiben pflegen, in unseren Augen viel, wohl gar das meiste auf immer eingebüßt. Aber die schwersten Fragen stehen uns noch bevor. Wird es der Forschung möglich sein, nun auch die wunderbare Fähigkeit individuell-zweckmäßiger Betätigung, des Lernens aus Erfahrung, auf physikochemische Faktoren zurückzuführen?

In unbeirrbarer Sparsamkeit versuchen wir's und legen die kritische Sonde zunächst an des Gesamtproblemes unterste Stufe: die überlegungslose, gesetzmäßige Assoziation. So ökonomisch und klärend die Einführung dieser relativ einfachen Geschehensart auf tierpsychologischem Boden gewirkt hat, von unserem Standpunkte aus erscheint sie doch — wenigstens in der Form, die ihr Viele geben — noch immer unverantwortlich kompliziert. Denn sie besteht in einem Zusammenspiele echt psychischer Faktoren. „Lust" und „Unlust", die je nachdem bei heilsamen und schädlichen Erlebnissen empfunden werden, assoziieren sich mit „Vorstellungen" gleichzeitig wahrgenommener Dinge und wirken bei späterer Gelegenheit anreizend oder hemmend auf die betreffenden „Triebe" ein. Nun überschauen wir wohl auf Grund der früheren Studien sogleich, daß Triebe und Vorstellungen aus unserer Rechnung verschwinden werden. Wir setzen an Stelle der einen die physikochemisch begreifbaren Instinkte, an Stelle der anderen Sinnesreize, die positiv oder negativ, auslösend oder hemmend auf jene wirken. Aber das zweifach bestimmende Anfangsglied der psychologischen Kette, die Alternative von Lust und Unlust, ist für uns neu. Wie kommt es, so fragen wir von unserem Standpunkte aus, daß ein und derselbe Sinnesreiz verschiedenen oder selbst entgegengesetzten Einfluß nehmen kann, je nachdem er gleichzeitig mit einem günstigen oder schlimmen Erlebnis empfangen wurde?

Wir wählen für unseren ersten Versuch den einfachsten Fall. Wenn eine Ameise Beute gefunden hat, so wird sie durch den eintretenden Belastungsreiz derart gestimmt, daß sie auf ihre eigene „Hinspur" gegensinnig reagieren, d. h. von Krallengeruch zu Fußgeruch fortschreitend nach Hause laufen muß. Eine ermüdete Ameise, die nichts gefunden hat, verhält sich ebenso. Während aber diese bei

ihrem nächsten Ausgang eine andere Route nimmt, begibt sich die erfolgreiche Jägerin, aus ihrer Erfahrung lernend, zur Stelle ihres Erfolges zurück, reagiert also abermals positiv auf ihre eigene Fährte. Woher dieser Unterschied? Was kann bewirken, daß für die erfolgreich gewesene Ameise die eigene Spur einen positiven Reiz bedeutet, nicht aber für die ermüdet heimgekehrte? Wir wissen sogleich die Antwort: Stimmbarkeit! Wird das beladene und hierdurch gestimmte Tier im Nest seiner Bürde ledig, so schlägt auf diesen neuen Reiz die Stimmung seines Nervensystems derartig um, daß die Geruchsform der eigenen Fährte als richtender Reiz empfangen wird. Die minder glückliche Genossin aber läuft ungereizt über ihre Spur hinweg oder wird wohl gar auf Grund einer anderen Stimmung negativ von ihr fortgetrieben. In alledem ist für Lust und Unlust und sonstige psychische Faktoren durchaus kein Raum.

Nachdem die erste Probe so spielend leicht gelungen ist, versuchen wir die mechanistische Deutung eines anderen, ähnlichen, in einer besonderen Hinsicht jedoch weit komplizierteren Geschehnisses: wie kommt es, daß eine Biene, die Honig im Fenster gefunden hatte, nach Ablieferung ihrer Tracht dahin zurückkehrt? Offenbar geht diese Leistung in ihrem wesentlichsten Teile, der alternativen Bestimmung der künftigen Reaktion, über die der Ameise nicht hinaus. Auch hier kann die spezielle Aufeinanderfolge der mit der Aufnahme und Abgabe der Tracht verbundenen Reize eine Stimmung erzeugen, die das Insekt auf der zuletzt durchmessenen Strecke zurückzukehren zwingt. Allein die Frage, wie dies geschieht, wie es den Rückweg findet, ist diesmal ungleich schwieriger. Die eingeflogene Biene „kennt" den Heimweg aus jeder Gegend ihres stundenweiten Fluggebietes (v. Buttel-Reepen). Das heißt, in ihre Ganglien sind Gruppen von Stimmungen eingeprägt, die Einzelbildern der Landschaft entsprechen und durch Vermittelung irgendwelcher Auslösungsvorgänge so miteinander verbunden sind, daß sie von selbst in der Reihenfolge von draußen heimwärts wirksam werden. Vermöge dieser chronologisch auftauchenden Stimmungen reagiert die Biene auf die entsprechende Serie von Landschaftsbildern, gelangt zum Stock und wird am Flugloch gleichsam abgeliefert. Es wäre nun physiologisch vorstellbar, daß allemal beim Eintritt der „Rückkehr-zum-Futter-Stimmung" diejenige Reihe von Eindrücken, die während des Heimflugs in Aktion getreten war, nochmals wirksam würde, nur in der umgekehrten Reihenfolge und mit von links nach rechts vertauschten Seiten. Dann flöge die so beschaffene, auf Rückkehr zum Futter gestimmte Biene in die Gegend zurück, aus der sie zuletzt gekommen war. Hier aber begänne erst das eigentliche Problem: wie findet sie das Fenster? Unmöglich kann die Lokalkenntnis der Biene eine so detaillierte sein, daß etwa das Bild eines zum ersten Mal besuchten Fensters und seiner nächsten Umgebung darin bereits enthalten

und chronologisch an eine Reihe heimwärts führender Eindrücke angeschlossen wäre. Sondern die Biene ist sicherlich nur auf eine gewisse Zahl durch auffälligere Landschaftspunkte markierter Bahnen eingeübt, deren eine sie, wenn sie heimkehren soll, durch einen raschen Kreisflug „sucht" und findet. Hat sie sich dann beim nächsten Ausflug an dieser selben Reihe von Punkten rückwärts entlang gespürt, so wäre sie dort, wo ihre Richtschnur zu Ende ist, noch immer weit vom Ziel. Und andererseits darf man gewiß nicht glauben, daß zur Verlängerung des Rückwegs über die Reihe der fest eingeprägten Punkte hinaus bis an das Fenster selbst nun ein Erinnerungsbild dieser letzten, nicht lange zuvor durchflogenen Strecke ohne weiteres zur Verfügung stände, weil eben alle die zahllosen Landschaftsbilder, die an dem Auge einer umherschweifenden Biene vorüberziehen, dem Stimmungsvorrate in chronologischem Zusammenhange einverleibt und wenigstens eine Weile darin erhalten würden. Für derart ungeheure und offenkundig zwecklose Anforderungen reichten Zahl und Leistungsfähigkeit der Ganglienzellen bestimmt nicht aus. Was einer Biene zum ersten Male ins Auge fällt, wird sicherlich nur dann in ihr „Gedächtnis" aufgenommen und eingeordnet, wenn die Erinnerung daran nützlich ist. Das heißt, die Aufnahme stellt kein selbstverständliches Hängenbleiben, sondern ein aktives Einprägen dar: die Biene „merkt" sich die biologisch wichtigen Landschaftsbilder. So hat sie auch das Bild des Fensters und seiner nächsten Umgebung eigens darum gemerkt, weil sie Honig darin gefunden hatte. Und wirklich zeigt ihr Verhalten beim Abflug vom Fenster schon äußerlich, daß etwas besonderes in ihr vorgeht: sie führt das niedliche, von Imkern als „Vorspiel" bezeichnete Manöver aus, das jeder jungen Biene beim ersten Ausflug eigentümlich ist, dreht sich in der Luft herum und zieht, das Köpfchen der Abflugstelle zugewendet, Kurven und Schleifen, als wenn sie sich die Ortlichkeit von mehreren Seiten recht „aufmerksam" betrachten wollte. — Das klingt nun überaus psychisch und unmechanisch. Wer aber gelernt hat, die Dinge nicht von der Höhe des menschlichen Standpunktes herab, sondern von unten herauf anzusehen, der sagt sich bald, auf welchem Felde auch diesmal eine sparsamere Erklärung zu finden ist: spezifische, fein berechnete Stimmbarkeit reicht völlig aus. Wie eine Drüse durch zugeführten Nervenreiz zur Sekretion gezwungen, oder das Herz zum Stillstand gebracht wird, so können auch Sinnes- und Ganglienzellen des Auges durch Nervenerregung in Zustände der Funktion oder Nichtfunktion versetzt, blind oder „sehend" werden. Nimmt man nun an, das Auge der Biene werde durch einen besonderen, mit der Futteraufnahme verbundenen Reiz plötzlich zum Sehen gestimmt, so prägte das Tierchen das Bild der betreffenden Lokalität, auf das es sonst nicht „geachtet" hätte, seinem Gedächtnis ein und fände den Rückweg. Die eigentümliche Flugbewegung des „Vorspiels" aber, durch die das Merken des

Zieles erleichtet wird, ist offenbar nichts anderes, als ein durch Reize ausgelöster reiner Instinkt.

Vergegenwärtigen wir uns jetzt den außerordentlichen Gewinn, der Bienen und Ameisen aus ihrer „assoziativen" Stimmbarkeit erwächst, — gestattet sie doch, die Nahrung, die sonst nach der Schrotflintenmethode mit vielem Kraft- und Zeitaufwand „gesucht" werden müßte, künftig unmittelbar zu „finden" —, so wundert uns nicht, sondern scheint selbstverständlich, daß auf dem gleichen Grundprinzip beruhende Mechanismen zahllosen höheren Tieren gegeben sind. Und das Prinzip erlaubte nicht nur die mannigfachste, dem wechselnden Bedürfnis entsprechende Anwendung, sondern konnte vor allem, ohne daß der Boden der Physikochemie verlassen würde, auf weittragende, ja wahrhaft schrankenlose Art vervollkommnet werden.

Zunächst braucht der „assoziative Reiz" — derjenige, der durch besondere Stimmung nervöser Organe den Erwerb der neuen Reaktionsweise vorbereitet — durchaus nicht immer der Ernährungssphäre entnommen zu sein. Schon bei Insekten wirkt das Sammeln von Baumaterial in gleichem Sinne. Und mancherlei andere Instinkte, bei denen mit Örtlichkeiten gerechnet wird, gelangen durch Beigabe eines Assoziationsmechanismus ebenfalls zu einer höheren Stufe der Zweckmäßigkeit. Hat beispielsweise ein Tier den Instinkt, sich zu verstecken, d. h. zeitweilig dunkle, stille, umschlossene Orter aufzusuchen und dort zu bleiben, so liefert das Ensemble dieser lokalen Zustände oder die durch sie hervorgerufene körperliche Ruhe vielleicht den assoziativen Reiz, der das Tierchen stimmt, sich Aussehen und Umgebung des passenden Verstecks zu „merken" und bei der nächsten Gelegenheit direkt darauf zuzulaufen.

Sodann liegt in der Einführung assoziativer Hilfsmechanismen ein äußerst leistungsfähiges Mittel zur Verfeinerung und Erweiterung auch negativer Reaktionen. Ein Vogel, der, seinem Instinkte folgend, eine giftige Raupe aufgepickt und, wiederum instinktiv, den scharfen Geschmacksreiz mit Ausspeien beantwortet hat, läßt das Tier nunmehr liegen, obwohl er doch eigentlich auf dessen Anblick sogleich mit einer neuen Freßbewegung reagieren müßte. Diese zweckmäßige Korrektur des Instinkts wird aber nicht durch Unlust oder andere psychische Faktoren bewirkt. Sondern das aus Geschmacksreiz und negativer Reaktion bestehende Erlebnis hat als ein assoziativer Reiz die optischen Centren zur Einprägung des Raupenbildes angeregt und gleichzeitig in anderen mit jenen verbundenen Ganglienzellen eine Stimmung hervorgerufen, durch die bei wiederholtem Erscheinen des eingeprägten Bildes die Freßreaktion vereitelt wird.

Natürlich können auch andere als optische Reizungen assoziativ

„gemerkt" und zur Beförderung oder Hemmung der Instinkte verwendet werden. Ein Wiederkäuer merkt sich den Geruch einer giftigen Pflanze, von der er zu fressen versucht. Oder diejenigen Muskelbewegungen des Tieres selber, die einer schlimmen Erfahrung unmittelbar vorausgegangen waren (und irgendwo im Nervensystem eine flüchtige Spur chronologisch geordneter Stimmungen hinterlassen hatten), prägen sich unter der Wirkung des assoziativen Reizes dauernd ein; bei Wiederholung der gleichen Folge von Muskelkontraktionen ergibt sich ein innerlicher Widerstand, der den Fortgang verhindert. Auf solche Weise lernen vielleicht die Krabben den Weg, der sie in eine Sackgasse geführt hat, künftig zu meiden (Yerkes). Daß diese Fähigkeit für Tiere, die ein bewegtes, an Flucht und Verfolgung reiches Räuberleben in höchst zerklüftetem Terrain, zwischen Schwämmen und Korallen führen, von hohem Werte war und die Beschaffung eines komplizierten Mechanismus begründete, leuchtet ein.

Nun käme freilich die Lernfähigkeit der Tiere, wenn sie lediglich auf abgepaßten, für einen ganz bestimmten Reiz- und Stimmungsverlauf berechneten Assoziationsmechanismen beruhte, aus den Grenzen einer pedantischen Starrheit und Unzulänglichkeit nicht hinaus. Zwar konnten dem Tiere mit fortschreitender Entwicklung so viele assoziative Einzelmechanismen verliehen werden, daß es in allen wichtigen und regelmäßig wiederkehrenden, darum voraussehbaren Fragen seiner Existenz belehrungsfähig war. Aber ein großer Teil der nutzbaren Erlebnisse ist doch von solcher Art, daß es ganz unmöglich ist, ihren Eintritt oder wenigstens ihre Einzelheiten vorauszusehen und bei der stammesgeschichtlichen Ausrüstung des Tieres auf sie Bedacht zu nehmen. In allen diesen, vielleicht sehr wichtigen Dingen würde das bestausgestattete Geschöpf gerade so borniert und unbelehrbar sein wie das niedrigste.

In Wirklichkeit ist aber das Lernen aus Erfahrung durchaus nicht immer auf eine bestimmte Liste von Möglichkeiten eingeschränkt. Zum Beispiel reagierten Frösche, die Yerkes über Kupferdrähte laufen ließ und dann durch Schließen eines elektrischen Stromes heftig reizte, nach wiederholter übler Erfahrung schon auf die bloße Berührung des Drahtes mit schleuniger Flucht; und offenbar konnte den Tieren ein Mechanismus, der eigens auf die Assoziation elektrischer Schläge mit Tastreizen berechnet wäre, nicht von Haus aus verliehen sein. Daß hier, wie in zahllosen ähnlichen Fällen, ein seinem Wesen nach umfassenderes Geschehen, die Fähigkeit, beliebige Schädigungen mit irgendwelchen Reizen zu assoziieren, zutage tritt, ist vielmehr gewiß.

Allein man darf nicht glauben — wozu man sich bei ungenügender Überlegung versucht fühlen mag —, daß diese wunderbar zweckmäßige Gabe nur durch den Eingriff eines teleologischen Prinzipes, wohl gar eines psychischen „Schmerzgefühls" erklärt werden könnte. Das hoch erstrebenswerte Ziel ließ sich vielmehr mit Hilfsmitteln der mechanistischen Physiologie recht wohl erreichen. Es konnte z. B. durch feine nervöse Verknüpfung die Einrichtung getroffen sein, daß jedesmal, wenn eine stärkere negative Reaktion — Flucht oder Abwehr — auf einen der hierfür adäquaten Reize hin, sei er nun chemischer, mechanischer oder sonstiger Natur, geschieht, von den daran beteiligten Ganglien eine Erregungswelle zu einem gemeinsamen Centrum geleitet wird. Dieses Centrum aber stehe seinerseits mit Ganglienzellen aller Sinnesorgane, wie auch mit denjenigen, worin die eigenen Muskelkontraktionen des Tieres als Reihe von Eindrücken registriert werden können, in Zusammenhang. Wird nun das Centrum durch irgend eine negative Reaktion erregt, so gibt es die Welle an alle jene Ganglienzellengruppen weiter und stimmt sie zur Tätigkeit. Alsbald werden die gleichzeitig wirkenden Reize, chemische, mechanische, das optische Bild der Umgebung, die Abfolge der eigenen letzten Bewegungen, von den betreffenden Organen aufgenommen und als Eindrücke im Gedächtnis bewahrt. So „merkt" sich das Tier eine ganze Anzahl begleitender Umstände seines schädlichen Erlebnisses. Damit es aber diese Umstände, was doch die Absicht ist, als künftig zu meidende, verdächtige merkt, spielt noch ein besonderer Stimmungsvorgang mit hinein: weil nämlich der Reiz zum „Merken" aus dem Centrum der negativen Reaktionen kam, so liegt über der Gesamtheit der gewonnenen Eindrücke von Anfang an eine besondere, irgendwie strukturell oder chemisch charakterisierte, „negative" Stimmung. Wenn nun das Tier die gleichen äußeren Umstände oder einen Teil von ihnen zum zweiten Male trifft, oder wenn es dieselbe Bewegungsreihe, die früher zu einem schädlichen Ende führte, zu wiederholen beginnt, so kann aus der erneuten Reizung der Ganglienzellengruppen ein negativ charakterisierter Bewegungsimpuls gewonnen werden. Es erfolgt jenachdem Flucht oder Unterbrechung der begonnenen Bewegungsreihe.

Von ganz besonderem biologischen Werte mußte es ferner sein, wenn Tiere bereits durch Hemmung oder Störung ihrer instinktiven Bewegungen, durch „Mißerfolg" gestimmt wurden, sich die begleitenden äußeren und inneren Umstände, mit negativem Vorzeichen behaftet, einzuprägen, was sich durch eine entsprechende Ausgestaltung des physikochemischen Assoziationsapparates erreichen ließ. Und da auf eine analoge Art auch günstige Erlebnisse, erfolgreich verlaufene Instinktbewegungen zur Gewinnung von vielerlei Eindrücken — die dann positiv charakterisiert sind und das Geschöpf zum Aufsuchen der günstigen Begleitumstände, zur Wiederholung heilsamer Bewegungen

reizen — verwendet werden konnten, so führt die Verallgemeinerung des Lernens bereits auf eine bedeutende Höhe.

Noch vorteilhafter und stammesgeschichtlich erstrebenswerter aber war die Fähigkeit, das Gelernte zu verallgemeinern, d. h. diejenige neue Reaktionsart, die durch Erfahrung an einem bestimmten Einzelobjekte — Lokalität, Gegenstand oder Vorgang — erworben wurde, auf eine ganze Klasse gleicher oder ähnlicher Objekte von gleichem biologischen Werte auszudehnen. Wir haben die Vorkommnisse dieser Kategorie, deren Bedeutung wir von den Insekten an ständig wachsen sahen, vorläufig mit menschlich-psychologischen Dingen in Parallele gesetzt. Die einfacheren Fälle entsprechen äußerlich der sogenannten Ähnlichkeitsassoziation. Die kompliziertesten aber sind von Handlungen, die wir auf Grund von Abstraktion und Begriffsbildung, d. h. von Leistungen der Intelligenz vollziehen würden, kaum noch zu unterscheiden. — Und dennoch erheben wir jetzt, auf unsere bisherigen Erfolge gestützt, ganz unerschrocken die Frage, ob denn in diesen Erscheinungen überhaupt ein psychischer Faktor enthalten sei.

Die Fälle, die sich mit bloßer Ähnlichkeitsassoziation vergleichen lassen, machen geringe Mühe. Hat ein Wiederkäuer sich den Geruch einer scharf schmeckenden Pflanze negativ gemerkt, so scheint fast selbstverständlich, daß er auf den eines anderen Pflanzenindividuums gleicher Spezies ebenfalls negativ reagieren wird, obwohl der zweite Geruch sich sehr wahrscheinlich quantitativ und — wegen der Beimischung fremder Riechstoffe — auch in der Qualität ein wenig vom ersten unterscheidet. Die Fenster einer Hausfront stimmen in Form, Farbe, Beleuchtung so nahe überein, daß es erstaunlich wäre, wenn eine Biene, die an dem einen Nahrung gefunden hat, nicht auch die anderen gelegentlich besuchen würde. Die Assoziationsmechanismen müssen eben nicht — und können kaum — mit solcher Exaktheit berechnet sein, daß nur bei völliger Identität des eingeprägten und des wiederholten Reizes die positive oder negative Erregung gewonnen würde: sie funktionieren auch, wenn eine mäßige Zahl von Einzelheiten gegen früher verändert ist oder fehlt, oder ein paar neue Details hinzugetreten sind. Und wäre dennoch einmal der Mechanismus von solcher Genauigkeit, daß die nützliche Ausdehnung des Gelernten auf ähnliche Objekte dadurch verhindert würde, so stand einer phylogenetischen Lockerung des allzu straffen Apparates bis zu dem wünschenswerten Grade ja nichts im Wege.

Von dieser Fähigkeit, beliebige Abweichungen des „wiederholten" vom früher eingeprägten Reize zu vernachlässigen — eine Gabe, die immer die Gefahr nachteiliger Verwechslungen in sich barg und darum nur in sehr beschränkten Grenzen nützlich war —, entfernt sich das-

jenige, was wir „Begriffsbildung“ nannten, auf scheinbar höchst bedeutungsvolle Weise. Hier wird zwischen den wesentlichen und unwesentlichen Eigenschaften einer Klasse von Objekten ein zweckmäßiger Unterschied gemacht. Die wesentlichen, für die betreffende Klasse charakteristischen, die demzufolge an jedem Einzelobjekte Signale seines biologischen Wertes sind, werden scharf beachtet und dürfen nur wenig variieren. Dagegen wird den unwesentlichen Merkmalen die Erlaubnis, zu verschwinden oder abzuändern, so reichlich erteilt, daß im Gesamthabitus der Objekte ein viel größerer Änderungsspielraum als bei den „Ähnlichkeitsassoziationen“ ohne Gefahr der Verwechslung mit fremden Objekten zulässig wird. Ein Vogel, der eine bunte Raupe als übelschmeckend erprobt und weggeworfen hat, läßt zunächst nur dieses eine Exemplar, nach wiederholter Erfahrung aber die ganze Spezies ungeschoren, obwohl ihm die Einzelobjekte in wechselnder Größe, gekrümmt oder gestreckt, bald im Profil und bald von oben vor Augen kommen. Von diesen für den Begriff der giftigen Raupe unwesentlichen Dingen hat er zu „abstrahieren“ gelernt. Fehlt aber in einem vor seinem Auge erscheinenden Raupenbilde das wesentliche Merkmal, das bunte Muster der giftigen Art, so greift er zu. Und selbst die Biene lernt, wie es scheint, nach mehrfacher guter Erfahrung das für ein offenes Fenster Wesentliche herauszufinden.

Ist nun die Annahme wirklich nicht zu umgehen, daß das „begriffsbildende“ Tier den Unterschied zwischen wesentlichen und unwesentlichen Eigenschaften, die es so ungleich würdigt, auf Grund eines Urteils erkannt habe? Muß Abstraktion notwendig ein psychischer Denkprozeß sein? Ganz und gar nicht! W. Roux hat schon vor mehr als fünfundzwanzig Jahren im „Kampf der Teile“ den Weg gezeigt, wie Abstraktionen auf völlig mechanische Weise entstehen können, und neuerdings hat Semon den Gedanken weiter ausgeführt. Die „wesentlichen“ Eigenschaften einer Klasse von Objekten sind eben die konstanten. Und weil sie konstant sind, d. h. bei jeder neuen Begegnung des lernenden Tieres mit einem Objekte der betreffenden Klasse die Sinnesorgane reizen, so prägen sie sich dem Gedächtnisse — falls diesem nur die nötige Fassungskraft verliehen wurde — immer tiefer und fester ein. Dagegen wiederholen sich die unwesentlichen, schwankenden Merkmale seltener oder gar nicht: sie verblassen oder werden von anderen, an ihre Stelle tretenden Eindrücken ausgelöscht. So resultiert aus einer längeren Reihe von Erfahrungen ein relativ einfacher Gesamteindruck, der nur noch dem „Begriffe“ des Objektes entspricht, durch seine scharfe Prägung jedoch geeignet ist, bei künftigen Wiederholungsreizen besonders prompte und kräftige Reaktionen hervorzurufen. Die Biene z. B., die nacheinander in einer Anzahl von offenen Fenstern verschiedener Häuser Süßigkeit gefunden hat, besitzt in ihren Ganglien ein positiv charakterisiertes Erinnerungsbild, woraus die Eindrücke

der wechselnden Merkmale: genauere Form, Farbe des Fensterrahmens, Aussehen der näheren Umgebung, verschwunden sind. Dagegen enthält es in um so größerer Schärfe Eindrücke der wesentlichen Eigenschaften jedes offenen Fensters: das Bild eines viereckig umrahmten dunklen Feldes auf hellerem Grund, vielleicht noch die Eindrücke feiner, für uns nicht wahrnehmbarer Temperatur- oder Tonreize, die mit dem Aus- und Einströmen der Luft zusammenhängen. Und dieser höchst empfindliche, mit positiver Flugreaktion fest assoziierte Gesamteindruck führt die Biene an offene Fenster, die sie nie zuvor gesehen hat.

Nun ist der Fortschritt, der in diesen letzten Vervollkommnungen des Lernens liegt, kaum zu ermessen. Die daran teilnehmenden höheren Tiere richten ihr Verhalten je nach beliebig gegebenen Verhältnissen passend ein, reagieren zweckmäßig auf nie gesehene Dinge und Örtlichkeiten. Und je reicher der Schatz an individueller Erfahrung ist, den ein Geschöpf sich sammelt, um so öfter und gründlicher wird es uns durch scheinbar intelligente Maßnahmen in Erstaunen setzen. Gleichwohl gab es immer noch einen Punkt, worin der Assoziationsbetrieb einer kolossalen Verbesserung zugänglich war: das Sammeln des Erfahrungsschatzes selber.

Bis dahin war der Eintritt lehrreicher Erlebnisse dem Zufalle anheimgestellt. Natürlich währte es da lange, das Tier wurde alt und grau, ehe es den Vorrat an Eindrücken, die ihm dringend nützlich sind, beisammen hatte. Aber wir kennen schon die Methode, mit der sich die Natur in solchen Fällen allemal zu helfen weiß. Es brauchte den Tieren nur ein Instinkt verliehen zu werden, der sie veranlaßt, die nutzbaren Erfahrungen nach dem Prinzip der Schrotflinte aufzusuchen. Das ist der Spielinstinkt, für dessen hohe biologische Bedeutung uns Groos zuerst die Augen geöffnet hat. Mit irgend welchen Gegenständen der Außenwelt, wie mit dem eigenen Körper führt das Tier eine Fülle wechselnder Bewegungen und Prozeduren aus, von denen die meisten weder nützlich, noch schädlich sind und ohne Reiz und Eindruck vorübergehen. Hin und wieder aber fügt sich das spielende Tier einen Schaden zu, oder ein heilsamer Reiz macht sich plötzlich geltend, worauf die betreffenden Bewegungen und äußeren Begleitumstände assoziativ gemerkt und als positiv oder negativ charakterisierte Erinnerungsbilder aufgehoben werden.

Allerdings gehört zum Spielen Zeit. Ein Tier, das auf der Höhe seines Lebens steht, für Nahrung, Fortpflanzung, Brutpflege sorgen, sich seiner Feinde erwehren muß, wird wenig Muße dazu übrig haben und sollte überhaupt mit dem notwendigen Bestande an Kenntnissen am besten schon ausgerüstet sein. Also wird eigens zum Spielen und Lernen eine Jugendzeit eingerichtet. Von den Alten genährt und

verteidigt, spielen die jungen Tiere den halben Tag, sammeln Erfahrungen, üben ihre Instinkte und vervollständigen sie durch passende Assoziationen.

Dann war es wieder nicht rationell, daß jedes Junge als völliger Autodidakt sich selber unterrichten mußte, während die Alten den Schatz ihrer reifen Erfahrung in sich trugen, ohne ihm zu helfen. Auch hierfür gab es billigen Rat. Die jungen Tiere erhielten den Instinkt, auf Reize hin, die die Alten in biologisch wichtigen Lebenslagen produzieren, z. B. einen Warnruf bei Gefahr, zweckmäßig dazu passende Bewegungen auszuführen; gleichzeitig aber prägen sie sich auf Grund eines besonderen Assoziationsmechanismus die begleitenden äußeren Umstände derartig ein, daß nach einiger Übung der kompliziertere äußere Reiz an Stelle des elterlichen Signales tritt und fortan den Eintritt der zweckmäßigen Bewegung unmittelbar bewirkt. Ein alter Vogel reizt vielleicht beim Anblick eines Falken oder Habicht sein Junges durch einen Warnungsruf zum instinktiven Niederducken. Das Junge merkt sich aber das Raubvogelbild, assoziiert es bei öfterer Wiederholung immer fester mit der Duckbewegung, gewinnt durch „Abstraktion" von allem Schwankenden und Unwesentlichen den Eindruck des Raubvogel-„Begriffs" und reagiert nun sein Leben lang mit Niederducken auf das Erscheinen aller geflügelten Räuber. Hat aber der junge Vogel später selbst Familie, so tritt der Instinkt bei ihm in Kraft, beim Ducken den Warnungsruf auszustoßen, wodurch die nützliche Reaktion auf das Raubvogelbild von Generation zu Generation übertragen wird.

IV.

Nachdem nunmehr das ganze Gebiet des assoziativen Lernens mit Einschluß der Abstraktion vergeblich nach einem psychischen Faktor durchsucht worden ist, vertrauen gewiß Viele, daß es gelingen werde, nun auch die allerkompliziertesten Züge der „Tierpsychologie", die wir in wohlbewußter Ungenauigkeit als intelligente bezeichnet haben, auf mechanistisch-physiologische Geschehensgründe zurückzuführen. Betrachtet man aber das jetzt zu lösende Problem, so scheint auf den ersten Blick sein Abstand von dem des assoziativen Lernens denn doch gewaltig weit. Eine auf Assoziation beruhende Verrichtung hebt allemal mit einem konkreten Geschehnis an, einer Bewegung des Tieres oder einer Reizung seiner äußeren Sinne: durch diesen Vorgang — den Wiederholungsreiz — geweckt, tritt das ihm unmittelbar entsprechende Erinnerungsbild wie eine am Draht gezogene Marionette auf die Szene. Intelligentes Handeln trägt weit weniger den Charakter maschinenmäßiger Notwendigkeit. Es scheint, als wenn das Tier durch ein „empfundenes" Bedürfnis, eine „erkannte" Notlage veranlaßt würde, zu „überlegen". Und das Erinnerungsbild, das für die Notlage paßt,

d. h. durch assoziierte Bewegungsimpulse zu ihrer Beseitigung geeignet ist, wird durch die „Überlegung", jedenfalls ohne die Hilfe des Wiederholungsreizes aus dem Erfahrungsschatze hervorgeholt.

Zergliedern wir jetzt das Problem zum Zwecke der Analyse und schauen genauer zu, so erkennen wir zunächst, daß der erste Anstoß der intelligenten Leistung dennoch in einem rein physiologischen Reize gesucht werden darf. Eine durch Intelligenz zu beseitigende „Notlage" im weitesten Sinne wird dann vorhanden sein, wenn irgend eine instinktive Reaktion durch äußere oder innere Hemmung verhindert wird, ohne daß Wiederholungsreize sich darböten, die alsbald den Eintritt früher gelernter zweckmäßiger Bewegungen veranlassen könnten. Warum sollte aus einer solchen Hemmung nicht ein nervöser Erregungszustand resultieren, der nach irgendwelchen Centren fließt und seinerseits den Reiz zu weiteren Prozessen liefert? — Auch die Erscheinung, daß ein assoziiertes Erinnerungsbild ohne das Stichwort des zugehörigen Wiederholungsreizes in Tätigkeit tritt, ist unschwer zu begreifen. Eindrücke sind in sich geordnete und zusammenhängende Gruppen von zellulären Stimmungen. Eine Stimmung aber beruht auf einer chemischen oder strukturellen Zustandsänderung des Zellprotoplasmas, die keineswegs sehr stabil ist; läßt sie sich doch durch leichte Reize in neue überführen und fällt sogar nach einiger Zeit von selber zurück in den Normalzustand. Da wäre es nicht sehr wunderbar, wenn eine lebhaft gestimmte Ganglienzelle gelegentlich von selbst oder auf einen beliebigen äußeren Anstoß hin in jenen aktiven Zustand überschlüge, der sonst nur durch den Wiederholungsreiz veranlaßt wird. Geschieht dies, so könnte infolge ihres inneren Zusammenhanges die ganze den Eindruck darstellende Stimmungsgruppe in Aktion geraten. Das heißt, der Eindruck „tauchte auf" und bewirkte die mit ihm assoziierten Bewegungen. Jedenfalls läge in der Annahme, daß zur Ermöglichung intelligenter Vorgänge den Ganglienzellen die Eigenschaft verliehen worden sei, auf den aus Notlagen resultierenden inneren Reiz hin gruppenweise in den Aktionszustand umzuschlagen, keine besondere Schwierigkeit. Und so verständen wir denn bereits, wenn das in Notlage befindliche Tier ohne erkennbaren assoziativen Grund eine durch frühere Erfahrung gelernte, vielleicht komplizierte Verrichtung vom Stapel ließe.

Aber eine so bewirkte Handlung würde zur Hebung der Notlage nicht, oder höchstens durch einen glücklichen Zufall geeignet sein, während doch das Wesen der Intelligenz eben darin liegt, daß das intelligente Tier die passende Bewegung mit Sicherheit und Bestimmtheit findet, daß also durch den Reiz der Notlage nicht ein beliebiges Erinnerungsbild, sondern eben das passende in Aktion gerät. Hier treffen wir auf den Kern der ganzen Frage. Wie kann es auf mechanistische Art geschehen, daß aus der Vielheit möglicher Eindrücke gerade der einzelne, der zweckmäßig ist, herausgesucht und

gefunden wird? — Allein bei solcher Formulierung klingt uns die Frage schon nicht mehr neu und wunderbar, sondern recht bekannt: Das ist ja im Grunde das alte, immer wiederkehrende Problem des „Suchens", das die Natur nach dem Prinzip der Schrotflinte zu lösen pflegt! Es wird wohl auch diesmal zum Helfer berufen sein. Hierzu gehörte wie immer Zweierlei: erstens „Überproduktion" derjenigen Vorgänge, aus denen die Auswahl getroffen werden soll; sodann ein Mittel, das dem zufällig passenden Geschehnisse, während die anderen ergebnislos verlaufen, zu Dauer und Wirksamkeit verhilft. Beides läßt sich in unserem Falle denken.

Natürlich kann der Reiz der Notlage statt eines einzelnen Erinnerungsbildes ebenso gut deren viele, vielleicht alle vorhandenen, sei es gleichzeitig oder nach einander, in Aktion versetzen. Oder ein aufgetauchter Eindruck reißt andere aus ihrer Inaktivität heraus. So geht vielleicht ein Fließen und Wallen aufblitzender und rasch, ehe die assoziierte Bewegung eintreten kann, wieder verschwindender Erinnerungsbilder über die Schar der Ganglienzellen hin und her. Und dieses Wallen, das sich dem Spiele der „Phantasie" als physiologisches Analogon zur Seite setzen ließe, könnte stammesgeschichtlich zu Nutz und Frommen der Intelligenz besonders erleichtert worden sein. Die zweite Forderung aber, daß unter allen emportauchenden Eindrücken nur eben der passende in die assoziierte Bewegung übergehe, verwirklicht sich vielleicht wie folgt. Da offenbar die äußeren und inneren Begleitumstände der Notlage als Reize aufgenommen, in Stimmungsgruppen verwandelt und zu einem Gesamteindruck verbunden werden können, so ergibt sich die Möglichkeit, auf irgendwelchen Bahnen und durch Vermittelung eingeschalteter Centren das Bild der gegebenen Situation mit allen aufblitzenden Erinnerungsbildern in Kontakt zu bringen. Stellt sich bei dieser flüchtigen Berührung heraus, daß in den beiderseitigen Gesamteindrücken gemeinsame Elemente nicht enthalten sind, so erlischt das heraufbeschworene Erinnerungsbild und weicht dem folgenden. Wenn aber gleiche Bestandteile von hüben und drüben in hinreichender Zahl zusammentreffen, dann schnappt der Mechanismus ein: der Strom der nervösen Erregung fließt auf den Bahnen, die mit dem festgehaltenen Erinnerungsbilde verbunden sind, zur Muskulatur und bewirkt die assoziierte Bewegungsreihe. Nun bietet aber unter allen früher gesammelten Eindrücken derjenige die meiste Aussicht, daß die mit ihm assoziierte Bewegung zur Hebung der Notlage dienen möchte, der mit der gegenwärtigen Situation am nächsten verwandt ist, d. h. die meisten Elemente mit ihr gemeinsam hat. Das Tier wird also, dafern es überhaupt in seinem Erfahrungsschatz passende Assoziationen besitzt, mindestens eine relativ zweckmäßige Bewegung, vielleicht die zweckmäßigste von allen zur Ausführung bringen.

Mit Hilfe dieser Hypothese gelingt die mechanistisch-physiologische

Deutung desjenigen Geschehnisses, das in der „psychologischen" Übersicht als ein erdachtes Beispiel tierischer Intelligenz verwendet wurde, ohne Schwierigkeit. Der Affe, der vom Baume „herunter will", unterliegt zwei widerstrebenden Reizen. In seiner jetzigen Stimmung wird er vom Anblick des Bodens zum Niederklettern gereizt. Aber der sperrige, ihm wertvolle Gegenstand, den er in seinen Händen hält, ruft die Erfahrung wach, daß solche umfangreichen Dinge beim Klettern hindern, und diese negative Assoziation hemmt die zum Eintritt bereite Bewegungsreihe. Jetzt wirkt die innere Hemmung als Notlagereiz anregend auf die „Phantasie"; Erinnerungsbilder tauchen auf und werden irgendwo im Nervensystem mit den frisch gewonnenen Eindrücken der Notlage selber konfrontiert. Was dem Tiere zuerst „einfällt", ist vielleicht dummes Zeug: daß eine gewisse Frucht bitter schmeckt, daß die Sonne das nasse Fell trocknet . . ., es hat keine Verwandtschaft zur Situation und fliegt vorüber. Andere Bilder mögen schon besser passen: daß man einen Gegenstand von der betreffenden Form und Größe zerbrechen, sich auf ihn setzen kann; doch sind ihre Beziehungen zur Notlage noch nicht eng genug, und sie verschwinden. Dann aber taucht in dem tätigen Gehirn die Erinnerung auf, daß ein in der Hand gehaltener Gegenstand, wenn man die Finger öffnet, zu Boden fällt und drunten wieder aufgenommen werden kann. In dieser weitläufigen, durch vielfache Erfahrung jedoch festgeprägten, durch Abstraktion in allgemeine Form gebrachten Stimmungsgruppenfolge stellen die Einzeleindrücke des gehaltenen Gegenstandes, des Hinunterkletterns, der räumlich-zeitlichen Beziehung von oben und unten Elemente dar, die auch in dem Gesamtbilde der als Notlage wirkenden Situation enthalten sind. So fließen denn die beiderseitigen Erregungsgruppen in einander, der Strom folgt den assoziierten Bahnen bis an die Muskulatur: der Affe öffnet seine Hand und läßt den Gegenstand fallen.

Im ganzen würde eine Intelligenz wie die hier beschriebene nichts anderes sein als eine höhere Form der Ähnlichkeitsassoziation, die nicht mit einfachen Sinneseindrücken, sondern mit hochkomplizierten, durch Abstraktion gewonnenen Stimmungskomplexen zu schaffen hat und außerdem im Spiele der „Phantasie" eine schätzbare Hilfe findet.

Hiermit stehen wir an der jenseitigen Grenze der „Tierpsychologie". Wir sind aus dem Reiche der physikochemischen Vorgänge ohne Sprung hineingelangt und haben in dem durchmessenen Gebiete nichts gefunden, was einer physikochemischen Auflösung prinzipiell widerstanden hätte. Spontanbewegung, Reizbarkeit und Stimmbarkeit, auf denen die angeborenen Instinkte beruhen, nicht minder die Arten des Lernens aus individueller Erfahrung: „Assoziation" und „Abstraktion" und endlich die „Intelligenz" sind so, wie sie heute verlaufen, mechanistisch deut-

bar. Und da von der einfachsten Form des Verhaltens zur höchsten eine kontinuierliche Stufenfolge emporführt, so braucht auch in der Stammesgeschichte dieser Dinge nirgends ein Seitensprung auf teleologisches Gebiet vorausgesetzt zu werden. Dann leugnen wir nach dem Prinzip der Sparsamkeit, daß an der Kausalität des tierischen Verhaltens ein „psychischer Faktor" beteiligt sei.

Aber die ganze so weit gediehene Erörterung bliebe ein Torso ohne Haupt, wenn man sie hier beenden wollte. So sehr aus technischen Gründen die Scheidung der tierischen von der menschlichen Verhaltungslehre sich empfehlen mag, so gern wir die methodologische Überlegenheit und unvergleichlich höhere Vollendung der Menschenpsychologie respektvoll anerkennen: die stammesgeschichtliche Betrachtungsweise zwingt uns dennoch zu einem Übergriff in ihr Gebiet. Phylogenetisch schließt sich der Mensch eben doch unlösbar an die Tierreihe. Und wenn es wahr ist, daß das Verhalten des Menschen ohne Inanspruchnahme psychischer oder doch zwecktätiger Ursachen nicht restlos erklärt werden kann, so hätte unsere ganze Beweisführung ihr Ziel verfehlt. Ob nun der „psychische Faktor" erst seit der Bildung des Menschen selber herangezogen worden ist oder der ungeheure Sprung vom Mechanismus zur Zwecktätigkeit von ausgestorbenen tierischen Ahnen vollzogen wurde, jedenfalls wäre die prinzipielle Vereinfachung des Weltbildes, nach der wir strebten, nicht eingetreten. Und selbst die mühsam errungene Erkenntnis, daß die gesamte übrige Tierwelt zur Bildung und Durchführung ihres zweckmäßigen Verhaltens von jeher mit physikochemischen Gründen ausgekommen ist, hätte für uns kein rechtes Interesse mehr.

Nun fehlt uns freilich zu dem Versuche, intelligente Operationen des menschlichen Gehirns als ein Zusammenspiel von physikochemischen Prozessen erschöpfend darzustellen, die Zeit; selbst wenn er uns gelänge. Aber dessen bedarf es nicht. Wir müßten nur die Möglichkeit beweisen, daß die dem tierischen Verhalten zu grunde liegenden Mechanismen eine derartig starke Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit erfahren konnten, daß die Grenze gegen die menschliche Intelligenz verschwämme: dann verböte das Sparsamkeitsprinzip ohnehin, im jenseitigen Gebiet den prinzipiell neuen Geschehensgrund eines psychischen Faktors anzunehmen.

Versuchen wir's, so ist zunächst gewiß, daß die als tierische Intelligenz bezeichnete Auswahl der passendsten Erfahrungen einer bedeutenden Weiterbildung auf mechanistisch-physiologischer Basis zugänglich war. Wenn zwischen den einzelnen Erinnerungsbildern, d. h. Stimmungsgruppen, eine räumliche oder funktionelle Beziehung von solcher Art bestände, daß in dem „Spiele der Phantasie" ein aktiviertes Erinnerungsbild immer nur solche anderen Bilder, mit denen es wenigstens ein Element gemeinsam hat, auf die Szene riefe, so gewänne das intelligente

Verfahren sehr an Kürze und Einfachheit: der Notlagereiz zitierte die Eindrücke nicht kunterbunt und scharenweise, sondern von vornherein in einer beschränkten Auswahl relativ passender zu der entscheidenden Konfrontation. — Ferner konnte für den gewiß nicht seltenen Fall, daß gar kein vorhandenes Erinnerungsbild der Notlagesituation genügend nahekommt, um unmittelbar das Einschnappen des Apparates herbeizuführen, folgende Erweiterung der Phantasietätigkeit vorgesehen sein. Der relativ am besten passende Eindruck verharrt, während die übrigen verschwinden, im Zustande der Aktivität und ruft nun seinerseits einen Kreis mit ihm verwandter Bilder auf die Szene. Findet sich unter diesen eines, das ebenfalls Elemente der Notlagesituation, und zwar bisher noch nicht vertretene, enthält, so gliedert sich das neu gefundene Erinnerungsbild dem ersten an, eventuell noch ein drittes oder viertes; und so entstünde ein kleines Konsortium aktiv gewordener Erinnerungsbilder, das mit vereinten Kräften den nötigen Verwandtschaftsgrad zur Situation repräsentierte, d. h. den Mechanismus schließen und in die assoziierten Muskelkontraktionen übergehen würde. Die resultierende Gesamtbewegung aber wäre im Durchschnitt eine verhältnismäßig passende. Während also die früher zugestandene Intelligenz nur dann zu zweckmäßigem Handeln befähigte, wenn eine entsprechende, ziemlich nahe verwandte Erfahrung fix und fertig vorhanden war, vermöchten Tiere oder Urmenschen, die mit der neuen Art von Phantasiespiel ausgerüstet wären, die für die Notlage passende Eindrucksreihe gleichsam schöpferisch aus einzelnen Stücken zusammenzusetzen, und zeigten in Situationen, worin die anderen am Ende ihres Witzes ständen, noch immer Findigkeit.

Gewaltig ist auch der Fortschritt, der den halbtierischen Menschenahnen aus der Vervollkommnung der Sprache, die an und für sich durchaus kein psychisches Ursachenglied zu enthalten braucht, erwachsen mußte. Bei Tieren ist ihre Rolle, als eines nach Produktion wie Aufnahme instinktiven Verständigungsmittels, eine ziemlich bescheidene. Indem aber die Sprache der instinktiven Sphäre entrückt, von jedem Individuum auf assoziativem Wege erlernt wurde, konnte sie schrankenlos erweitert, zur Bezeichnung beliebig komplizierter Dinge, durch Abstraktion gewonnener „Begriffe" verwendet werden und stellte nicht nur ein ungleich feineres und reicheres Instrument der Mitteilung dar, sondern diente auch dem Individuum, wie die Zahlen dem Rechner, als ein bequemes Zeichensystem zur Erleichterung intelligenter Operationen.

Bedenkt man ferner, daß alle übrigen Grundlagen des zweckmäßigen Verhaltens wenigstens quantitativ noch gehoben werden konnten, daß die Kapazität des Gedächtnisses durch vielfältige Vermehrung der Ganglienzellen beträchtlich wuchs, die zum Erwerb des Erfahrungsschatzes bestimmte Jugendzeit verlängert wurde, so blickt man in eine Perspektive der ungeheuersten und dennoch physikochemisch begreiflichen

Steigerungsmöglichkeit. Wer hätte den Mut, das letzte Ende dieser Möglichkeit bezeichnen zu wollen? Wer wagt zu sagen, daß ihre äußerste Grenze noch immer diesseits des Gebietes menschlicher Intelligenz gelegen sei?

So gilt denn bis zum Beweise des Gegenteils der Satz, daß auch die menschliche Intelligenz keinen psychischen Faktor enthält, und daß sie stammesgeschichtlich durch kontinuierliche Umbildung und Verfeinerung physikochemischer Nervenprozesse entstanden ist.

—

Hier fährt vielleicht Manchem durch den Sinn: Das menschliche Bewußtsein ist aber doch da! Die Operationen der Intelligenz, für die ein psychisches Hilfsmittel nicht benötigt werden soll, das Spiel der Phantasie sind uns doch wirklich bewußt. Mit den inneren Entscheidungen, aus denen eine Handlung resultiert, verbindet sich das Gefühl des Willens. Lust und Unlust sind keine Märchen, sondern die wohlbekannten Begleiterinnen unserer Erlebnisse. Sogar von den einfachsten Sinnesreizen haben wir bewußte Empfindungen. Bewußtsein ist aber doch nichts Physikochemisches! Scheint es da nicht, als wenn die ganze Methode der Sparsamkeit, die uns zur Ausdehnung der mechanistischen Hypothese auf den Menschen zwang, eben hierdurch ad absurdum geführt worden wäre?

Das trifft nicht zu. Wir haben von einem psychischen Faktor, gesprochen. Die Ursachen des Verhaltens, auch des menschlichen, sind für uns ausschließlich physikochemische. Also würde die Existenz des menschlichen Bewußtseins nur dann vernichtend für unsere Methodik sein, wenn es sicher wäre, daß das Bewußtsein auf den Verlauf des Verhaltens ursächlichen Einfluß nimmt. Davon ist, wie die Erfahreneren wissen, keine Rede. Die Mehrzahl der Psychologen leugnet vielmehr die Möglichkeit eines kausalen Zusammenhanges zwischen Bewußtsein und Bewegung. Das Psychische mit seinem wechselnden Gehalt gilt ihnen als ein „Parallelvorgang“ der das Verhalten allein bestimmenden Nervenprozesse, als ihre „subjektive Seite“ als Zuschauer, der sich in den Gang der Dinge nicht einmischt und nicht mischen kann. Und wenn auch die aufgestellte These von ihren Anhängern selbst nicht immer mit völliger Konsequenz gehandhabt wird, so gibt sie doch jedenfalls uns, denen die Autorität der stammesgeschichtlich-ökonomischen Beweisführung zur Seite steht, vollends das Recht, dem menschlichen Bewußtsein die Eigenschaft eines wirkenden „Faktors“ abzusprechen. In der Rolle eines wirkungslosen subjektiven Spiegels der physikochemischen Nervenprozesse aber fällt das Bewußtsein gänzlich aus dem Rahmen unserer kausalen Untersuchung und berührt ihre Resultate nicht.

Immerhin ist die Bewußtseinsfrage historisch und sachlich so eng

mit der Verhaltungslehre verknüpft, daß auch wir noch einen Moment bei ihr verweilen und ihre Tragweite für die Tierwelt ermessen wollen. Nehmen wir an — was uns die Vorsicht zunächst gebietet —, Bewußtsein komme nur dem Menschen zu, so führt uns die Frage, warum es existiert, in eine seltsame Situation. Da für den Ablauf der Hirn- und Nervenprozesse unser Bewußtsein vollkommen „unnütz und überflüssig" ist (Ziehen), kein einziger von ihnen durch den Hinzutritt des psychischen Parallelvorganges im allergeringsten einfacher oder begreiflicher wird, ist der Gesichtspunkt des stammesgeschichlichen Fortschrittes hier nicht anwendbar. Gleichviel auf welchen Gründen die phylogenetische Vervollkommnung beruhen mag, auf den „Erwerb" des Bewußtseins um seiner selbst willen haben sie sicher nicht hingewirkt. Sondern das Psychische könnte dem Menschen nur als ein zufälliger Fund in den Schoß gefallen, als Folge von anatomischen oder funktionellen Verbesserungen seines Nervensystems in die Erscheinung getreten sein. — Aber wo sind im Bau des menschlichen Gehirns, wo in seinen Funktionen Neuerwerbungen von solcher Eigenart und ausschlaggebenden Bedeutung, daß das Auftauchen des Bewußtseins sich mit einiger Wahrscheinlichkeit durch sie begründen ließe? Wir wissen ja von früher, daß auch in diesen Dingen die Grenze zwischen Mensch und Tier nicht scharf gezogen ist, sondern verschwimmt. Als wir den Blick vom Tierreich aufwärts zur Höhe der menschlichen Entwicklungsstufe richteten, da hielten wir es aus Mangel einer scharfen Grenze nicht für erlaubt, in dem Verhalten des Menschen prinzipiell neue Geschehensgründe anzunehmen. Jetzt ist die Lage ähnlich, nur umgekehrt. Wir kennen aus unmittelbarer Erfahrung und den Aussagen Anderer das menschliche Bewußtsein, aber wir sehen, da die Grenze nach abwärts verschwommen ist, nicht ein, warum es sich gerade beim Menschen den physikochemischen Prozessen des Nervensystems neuerdings beigesellt haben sollte. Also drängt uns das Prinzip der Sparsamkeit zu der Hypothese, daß das Bewußtsein kein menschlicher Spezialbesitz, sondern auch bei Tieren vorhanden sei. — Freilich wird diese Hypothese, da das Kriterium des Nutzens hier absolut versagt, sich nie beweisen lassen; wie auch die Einzelfragen nach dem Umfange des tierischen Bewußtseins, der Qualität seines Inhalts, der Stelle seines ersten Aufdämmerns in der Stammesgeschichte unerforschbar sind.

Und worin liegt der früher in Aussicht gestellte besondere Gewinn, der aus der mechanistischen Auflösnng der Tierpsychologie für das kausale Problem des Lebens im allgemeinen erwachsen sollte?

Die Annahme eines „psychischen Faktors", einer zwecktätigen Grundlage des menschlichen und tierischen Verhaltens hat in dem

Streite um Mechanismus und Vitalismus in so fern eine hervorragende Rolle gespielt, als gerade diese Annahme Vielen sehr sicher begründet, ja eines Beweises kaum bedürftig schien. So sahen die Vitalisten in der vermeintlichen Gewißheit zwecktätigen Geschehens auf psychologischem Gebiet den stärksten Rückhalt für ihre eigenen, auf die Erklärung der Zweckmäßigkeit in Stammesgeschichte und Ontogenesis gerichteten Lehren.

Erstaunlich weit geht in dieser Beziehung ein Teil der Neo-Lamarckianer, deren Meinung in Paulys Buch über „Darwinismus und Lamarckismus" am besten zum Ausdruck kommt. Diese Schule verwirft die Selektionstheorie. Ich habe sie hier nicht zu verteidigen. Nach meiner persönlichen Ansicht steht die Zuchtwahllehre, seit ihr in Mutation und Orthogenesis die Fundamente, deren sie noch bedurfte, gegeben worden sind, fest genug. Auch spricht in hohem Grade für ihre Richtigkeit, daß Selektion nichts anderes ist, als eine ins Riesenhafte ausgedehnte Anwendung genau derselben Methode, nach der im Gebiete des Verhaltens offenkundig die zweckmäßigen Ziele erreicht, nützliche Richtungen gefunden werden: der Überproduktion von Möglichkeiten und Erhaltung des Passendsten. Wie die „Phantasie" unter der Fülle zur Auswahl gestellter Eindrücke auch den brauchbaren bringt, wie das „suchende" Umherschweifen der Amoebe die zweckmäßige Begegnung mit heilsamen Reizen vorbereitet, so liefert die Variabilität der verbesserungsbedürftigen Spezies einen Streukegel von Möglichkeiten, wovon die passendste bleibt. Und äußere Einflüsse oder innere, im Stoffwechsel kaum zu vermeidende Selbstveränderungen können das Keimplasma ebenso gut zum Variieren bringen wie die Amoebe zum Wandern. — Was setzt nun Pauly an Stelle des anspruchlosen, auf jede Art von Keimprotoplasma vollkommen anwendbaren Selektionsprinzipes? Man traut seinen Sinnen kaum: Intelligenz! Die Spezies „sucht" nicht blindlings tastend den Weg zur Verbesserung, sondern sie trifft auf Grund eines — natürlich teleologisch gebildeten — „Urteils" unmittelbar das Richtige. Also die allererstaunlichste, nur durch die kompliziertesten nervösen Mechanismen erklärbare, nur von den höchsten Lebewesen erlangte Fähigkeit, die obendrein den früheren Erwerb persönlicher Erfahrungen voraussetzt, wird den Körperzellen aller Stufen des Tierreichs, auch der niedersten, zugeschrieben. Diese seltsame, der wissenschaftlichen Sparsamkeit den Stuhl vor die Türe setzende Theorie bedarf keiner Widerlegung.

Aber die anderen Vitalisten sind besonnener. Sie berufen sich nur insofern auf das Psychologische, als hierdurch überhaupt die Existenz zwecktätiger, unmechanistischer Faktoren bewiesen werden soll. Darüber läßt sich wenigstens reden. Und diejenige Schule, die den Vorgängen der ontogenetischen Entwicklung restlose physikochemische Erklärbarkeit nicht zugestehen will, verdient wegen der unbestreitbaren

Wucht ihrer Gründe wie auch des überraschend starken Aufschwungs halber, den sie unter Drieschs gewandter Führung genommen hat und immer noch nimmt, sogar sehr ernste Berücksichtigung. Ich halte zwar die von den Forschern dieser Schule vorgebrachten Argumente nicht für zwingend: so wunderbar manche Vorgänge sind, deren Kenntnis die Entwicklungsphysiologie zu nicht geringem Teil ihren vitalistischen Vertretern selbst verdankt, so glaube ich dennoch an die prinzipielle Möglichkeit, für alle unerklärten Fälle und die vielleicht noch rätselhafteren, die künftige Forschung uns bescheren mag, zureichende physikochemische Mechanismen auszusinnen. Daß aber die völlige Überwindung des ontogenetischen Vitalismus noch harte Kämpfe kosten werde, daran zweifle ich nicht.

Hier leistet nun die gleichzeitig unternommene Analyse des tierischen Verhaltens wertvolle Hilfe. Die vitalistische Lehre in Ontogenie wie Phylogenie kann kaum schwerer getroffen werden, als wenn man ihr die moralische Unterstützung von seiten ihres für unerschütterlich gehaltenen psychologischen Bundesgenossen entzieht. Hoffen wir, daß die angebahnte Elimination des „psychischen Faktors" den Sieg des Mechanismus auf der ganzen Linie beschleunigen werde.

VII.

Die Milchstraße.

Von

Max Wolf.

Jeder, der nicht zu sehr in dem mechanischen Getriebe unseres Kulturlebens, in den gewohnten Kleinigkeiten des Stadtbewohners aufgeht, richtet an den schönen Abenden des Septembermonats seinen Blick aufwärts auf die prachtvolle Sternlandschaft, die sich über seinem Scheitel ausbreitet. Ein reiches Gewebe glitzernder und strahlender Diamanten auf dunkelm Sammetteppich entlockt ihm ein Seufzen des Genusses. Helle leuchtende Sterne, schwache Lichtchen bis herab zu den eben zu ahnenden Fünkchen sind in bunter Mannigfaltigkeit in den Teppich gestickt, und wie ein silberner Strom zieht sich das zarte Band der Milchstraße durch das Bild, von Horizont zu Horizont über unseren Scheitel hinweg. In ihr glänzen die Sternbilder des Schützen, des Adlers im Südwesten; den westlichen Rand säumt die leuchtende Wega; dann folgt der prächtige Schwan hoch oben über unserem Scheitel, nach Nordosten herab die Kassiopeia, der Perseus und der Fuhrmann tief im Nordosten. Weiter abseits vom Strome erhebt sich eben am Osthimmel das Sternbild des Stieres mit dem allbekannten Häufchen des Siebengestirns der Plejaden, darüber steht der ungeheure Pegasus. Am Westhimmel senkt sich der große Bär und der rotstrahlende Arctur im Bärenhüter herab.

Aus der Not und den Sorgen des Lebens hinaus lockte die ersten Menschen dieser Blick auf die unerreichbaren Wunder, die Sehnsucht auf ein schöneres Dasein. Der Trieb, dem Adler bei seinem Fluge empor zu dem Himmel zu folgen, zog den Menschen unwiderstehlich hinaus aus dem engen Tal auf der Erde, in dem er sich ohnmächtig eingeschlossen fand. — Und so wie vor undenklichen Zeiten durchschauern den Menschen auch heute noch immer die geheimnisvollen

Strahlen aus dem unerreichbaren Himmelsraum. Diese Strahlen zwingen ihn, seine Phantasie und seine Beobachtungskräfte anzustrengen, die Wunder der fernen, großen Welt zu erforschen und zu verstehen.

Fürwahr, es ist nicht leicht, von unserem kleinen, beengten Standplatz aus Aufschlüsse über die fernen Gestirne und unsere Lage ihnen gegenüber zu erhalten. Wie viele Jahrtausende hat es gewährt, bis wir uns eine rohe Vorstellung von unserer nächsten Umgebung im Weltraum machen konnten, bis die Erde als Glied der kinderreichen Familie der Mutter Sonne erkannt war. Und von da bis zur Erlangung der primitivsten Kenntnisse ihrer Stellung gegen die Fixsterne vergingen wieder Jahrhunderte; und heute, wo wir vielleicht im Rohen eine ungefähre Vorstellung von unserer näheren Umgebung im Fixsternheere haben, stehen wir der Erscheinung der Milchstraße fast so unwissend gegenüber wie vor hundert Jahren.

Das fein modellierte, glitzernde Band, das sich allabendlich über unserem Scheitel ausbreitet, überspannt uns in großem Bogen von Horizont zu Horizont, und die Menschen, die auf der Südhalbkugel wohnen, sehen das Band in ähnlicher Weise unter den Sternbildern des Südens sich fortsetzen. Es schlingt sich in einem vollen Kreis um uns Erdenbewohner herum und teilt die Himmelskugel in zwei Hälften.

Das erste Bild, das ich projiziere, zeigt uns in rohen Umrissen den Verlauf der Milchstraße auf den beiden Hemisphären der Sternkugel. Voller Unterbrechungen und Helligkeitsschwankungen erinnert uns das Band auch im kleinen Maßstab an die Kompliziertheit seines Aufbaues. Überall sind hellere oder schwächere Sterne über dasselbe zerstreut, und wir erhalten vom bloßen Anblick des Himmels den Eindruck, als ob es sich in unmeßbarer Ferne hinter den Fixsternen herumschlänge.

Die mittlere Linie des Bandes liegt fast genau in einem Großkreis der Himmelskugel, ein klein wenig nach Süden verschoben. Das zeigt uns, daß unsere Erde fast genau in der Ebene dieses gewaltigen Ringes liegt, ein klein wenig nördlich heraus über dieser Ebene. Gegen den Plan des Erdäquators liegt das Band schräg geneigt[1]), so daß es schief gegen denselben ansteigt und nur in geringem Abstand[2]) vom Himmelspol vorbeizieht. Das ist auf der Nordhemisphäre im Sternbild der Kassiopeia. — Auf ein Dritteil seines Umfanges ist das Band in zwei, Ströme gespalten, die neben einander herziehen. Auf zwei Drittel seines Umfanges bildet es einen einfachen Strom.

Man hat die Milchstraße in der Tat mit einem Strom verglichen der sich an einer Klippe in zwei Arme bricht. Die zwei Arme laufen über den dritten Teil des Himmels ziemlich parallel neben einander hin. Von α Centauri auf dem Südhimmel bis zu ε im Schwan sind die zwei

1) Etwa 63°.
2) Etwa 27°.

Arme durch einen dunkeln Kanal getrennt, der dunkler aussieht als der übrige Himmel. Das ist aber nur eine Kontrastwirkung, denn nirgends ist der Kanal frei von feinem nebligen Lichte. Überall finden wir Buchten und Halbinseln in den beiden Strömen, und schwach leuchtende Bogen verbinden die Ströme an vielen Stellen. Die Ströme selbst sind keineswegs kontinuierlich. Überall finden sich Unterbrechungen und daneben Anhäufungen des leuchtenden Materials zu großen Wolken von besonderem Glanz. Ich erinnere nur an den glänzenden Butzen im Schild, der um diese Jahreszeit abends im Südwesten leuchtet, und die hellen Wolken im Schwan über unserem Scheitel. Es würde keinen Zweck haben, in einem Vortrag eine detaillierte Beschreibung des komplizierten Stromes zu geben, nur ein ganz oberflächliches Bild von der Mannigfaltigkeit der Erscheinung soll durch das Gesagte angeregt werden. Es soll vor allem darauf hingewiesen werden, daß es durchaus kein homogenes Band ist, was wir da oben sehen. Im Gegenteil, es sind zahlreiche hellere oder schwächere, kleinere oder größere Flecken und Haufen, die sich in zwangloser Folge an einander reihen. Die Milchstraße ist, wie HERSCHEL gesagt hat, wie Sand, den man mit der Hand und mit beiden Händen hingeschleudert hat. Es ist ein scheckiges, klecksiges Durcheinander von schwachen und schwächsten Sternen und zartesten Nebelwölkchen.

Unveränderlich und starr scheinen diese Massen für uns im fernen Raume zu lagern. Die klassische Beschreibung, die uns vor mehr als 2000 Jahren der große PTOLEMAEUS von der Milchstraße hinterlassen hat, stimmt bis ins Detail auf den heutigen Zustand.

Schon den ersten Forschern auf dem Gebiete des Universums schien es klar, daß die Milchstraße in ungeheurer Entfernung zu suchen sei, daß sie viel weiter von uns entfernt sei als die helleren Fixsterne, die uns am Sternhimmel vertraut sind. Dieser Schluß schien berechtigt aus der optischen Kleinheit der Sternchen, die im wesentlichen die Milchstraße ausmachen, wobei man halb unbewußt annahm, daß im Durchschnitt alle Sterne gleich groß seien und nur die verschiedene Entfernung sie heller oder schwächer erscheinen lasse. Diese Ansicht gewann in der Tat immer mehr an Berechtigung, als sich zeigte, daß von keinem der schwachen Milchstraßensterne die Entfernung bestimmt werden konnte und bei keinem sich eine größere seitliche Fortbewegung beobachten ließ, während doch bei zahlreichen helleren Sternen des Himmels dies möglich war. Auf dieser Anschauung basierte auch das kühne Bestreben WILHELM HERSCHELS, den Bau des Himmels zu ergründen. Er hat besonders zwei Wege hierzu eingeschlagen.

Der eine beruhte auf der Annahme, daß durchschnittlich die Sterne gleich glänzend und gleichmäßig im Raum verteilt seien. Er zählte an einer bestimmten Stelle des Himmels, wie viel Sterne im Gesichtsfeld seines Fernrohrs zu sehen waren. Das wiederholte er an allen

möglichen Stellen des Himmels. Je mehr Sterne an einer Stelle gezählt werden konnten, um so weiter erstreckte sich das Sternenheer an dieser Stelle in die Tiefe des Raumes[1]). Diese Aichungen hat Herschel an 1088 systematisch verteilten Stellen durchgeführt. Er fand die Anzahl der Sterne von allen Seiten her gegen die Milchstraße hin zunehmen. Er kam so zu dem bekannten Bild von der Anordnung der Sterne, wie es Ihnen allen aus den Lehrbüchern vorschwebt. Nach der einen Seite fand er die Erstreckung etwa $5\frac{1}{2}$ mal so tief als nach der anderen, und damit glaubte er gezeigt zu haben, daß die Milchstraße für unser Auge dadurch zustande kommt, daß wir von unserem Standpunkte, nahe der Mitte dieser Sterneninsel, ringsherum viel mehr und fernere Sterne auf einander projiziert sehen als nach oben und unten hin, und daß sich so das Phänomen des Milchstraßenbandes optisch erzeugte. Der Teilung des Stromes der Milchstraße vom Schwan bis zum Centauren wurde er dadurch gerecht, daß er der Sterneninsel an einer Stelle eine tiefe Einkerbung gab, so daß sich, vom Innern aus gesehen, dort viel weniger Sterne auf einander projizierten.

Das andere Verfahren Herschels beruhte auf folgendem Gedankengang. Er dachte sich, daß im Durchschnitt ein Stern erster Größe, wie der strahlende Sirius, in die doppelte Entfernung versetzt, als ein Stern zweiter Größe, und, in die zwölffache Entfernung versetzt, als ein Stern 6.—7. Größe leuchten würde. Nahm er ein Fernrohr, das viermal so lichtstark war als das bloße Auge, zu Hilfe, so würde ihm damit der Sirius, noch in seine vierundzwanzigfache Entfernung versetzt, eben noch sichtbar geblieben sein.[2]) Richtete er dies Fernrohr auf eine Stelle am Himmel, wo kein Stern mehr mit bloßem Auge erkennbar war, so sah er eine große Zahl schwacher Sterne und unter den schwächsten davon waren dann wohl Sterne von Siriushelligkeit, die in vierundzwanzigfacher Entfernung standen. So verfuhr er weiter, immer stärkere und stärkere Rohre auf dieselbe Gegend richtend. Sein 20füßiges Teleskop ließ ihn dann noch jene Sterne eben erkennen, unter denen Siriussterne waren, die 900 mal so entfernt standen als unser Sirius. Mit dem 40füßigen Teleskop glaubte Herschel Sterne bis zur 2300fachen Siriusentfernung zu erhaschen. Indem nun Herschel an verschiedenen Stellen des Himmels ermittelte, mit welchem seiner Fernrohre keine schwachen Sterne mehr hinzukamen, hatte er an diesen Stellen die Grenze des Universums erreicht, und so glaubte er ringsherum am Himmel die Außenform des Sternsystems und der Milchstraße festlegen zu können.

1) Achtmal soviel Sterne ließen auf doppelte Erstreckung schließen, siebenundzwanzigmal soviel Sterne auf die dreifache usw.

2) Es würde dieses Fernröhrchen in die doppelte Entfernung reichen wie das bloße Auge.

Aus der Unauflösbarkeit zahlreicher der vielen schwachen Sternhäufchen und Nebelfleckchen, die uns die mächtigen Fernrohre überall am Himmel erschauen lassen, zog HERSCHEL den Schluß, daß diese kleinen Fleckchen ähnliche Milchstraßensysteme seien, wie das unsere, und von derselben gewaltigen Dimension, nur daß sie, in ungeheuren Entfernungen von unserem System liegend, den Eindruck von Kleinheit und Unbedeutendheit machten. — So war das Universum aufgeteilt. Es war erfüllt von zahllosen Milchstraßensystemen wie das unsere, die in unfaßbaren Entfernungen von einander lagerten und vielleicht zusammen wieder ein System höherer Ordnung bildeten. Es ist dies die großzügige, poetische Spekulation, die von KANT und von LAMBERT um die Mitte des 18. Jahrhunderts proponiert worden ist, und die unserem Unendlichkeitsdrange so wohltuend entgegenkommt.

Schon HERSCHEL selbst änderte seine Überzeugung im späteren Gange seiner Entwicklung. Er hatte eingesehen, daß wir Vorstellungen über den Bau des Sternsystems nicht allein aus der Zahl der Sterne erlangen können, sondern daß wir auch die Helligkeiten der einzelnen Sterne mit in Rechnung ziehen müssen, wenn wir weiter kommen wollen. Er hat sich große Mühe gegeben, die Sternverteilung aus Zahl und Helligkeit zu ermitteln. Seine ersten Methoden erschienen ihm zweifelhaft, und aus dem fortgesetzten Studium am Fernrohr gelangte er zu der Anschauung, daß die Milchstraße nicht nur durch Projektion erzeugt sei, sondern daß sie mehr einem großen Ringe gleichen müsse, der uns in großer Entfernung umschließt. Auch erkannte er, daß die meisten der kleinen Nebelflecken, wenn nicht alle, zu diesem einen Ringsystem gehören und keineswegs in großen Entfernungen außerhalb zu suchen sind.

Nach HERSCHEL sind besonders STRUVE und später ARGELANDER, LITTROW, GOULD und dann SCHIAPARELLI, CELORIA und viele andere Forscher auf diesem Wege vorgegangn. Die Zeit mangelt uns hier, auf die Resultate dieser Astronomen einzugehen.

Besonders die STRUVEschen Untersuchungen waren von Interesse. Dieser große Astronom gelangte zu der Anschauung, daß die Sterne des Universums eine dünne flache Schicht bildeten, die sich in der Richtung der Milchstraße unbestimmbar weit hinaus erstreckt, und daß die Dichtigkeit der Sterne in parallelen Schichten mit zunehmendem Abstand von der Milchstraßenebene abnimmt, ähnlich wie der Druck in parallelen Schichten der Erdatmosphäre. Er glaubte auch gezeigt zu haben, daß eine Absorption des Sternenlichtes existiert, die unserer Forschung in größere Entfernungen hinaus eine Grenze steckt.

ARGELANDERS fundamentale Arbeiten ergaben unzweideutig, daß die relative Anzahl der schwächeren Sterne mit der Sternzahl selbst enorm wächst.

PLASSMANN hat gezeigt, daß die Intensitätsverteilung, wie sie dem bloßen Auge in der Milchstraße erscheint, genau der Zahl der kartierten

Sterne entspricht, und Easton hat dies weiter ausgeführt, wobei diesem Gelehrten der Nachweis gelang, daß die schwächsten teleskopischen Sterne gleiche Verteilung zeigen wie die helleren Sterne 9. bis 10. Größe, so daß die feinsten Sterne vermutlich auch räumlich mit den helleren vielfach vereinigt sind.

Durch die Fülle des durch rastlosen Fleiß gesammelten Beobachtungsmaterials sind dabei den späteren Forschern immer mehr Helligkeitsbestimmungen und Örter von großen Mengen von Sternen zur Verfügung gestellt worden. Das gewaltige Werk der Bonner Durchmusterung, die Harvard-Photometrie und die anderen großen Katalogisierungsarbeiten ergaben eine Basis, auf der viel eher ein Schritt weiter in der Erkenntnis des Weltenbaues gemacht werden konnte als früher.

Von besonderer Bedeutung sind dann die Arbeiten Seeligers gewesen, der zuerst den Schritt gemacht hat, die funktionale Verteilung der Sterne ihrer absoluten Leuchtkraft nach mit in Rechnung zu ziehen. Aus seinen groß angelegten statistischen Untersuchungen sucht er ein „Durchschnittsbild der Anordnung der Sterne" herzuleiten, von dem wohl große lokale Abweichungen bestehen werden, das aber doch wenigstens den Typus des Systems erkennen läßt. Er zeigte, daß viel weniger schwache Sterne vorhanden sind, als es bei gleichförmiger Verteilung und gleicher mittlerer Leuchtkraft der Fall sein müßte. Zum zweiten zeigte Seeliger, daß die schwachen Sterne um so zahlreicher werden, je näher man der Milchstraße kommt, und daß fern von der Milchstraße die schwachen Sterne überaus sparsam ausgestreut sind.

Das typische Bild, das sich durch Seeligers Forschungen von der Sternenwelt ergibt, ist das eines gewaltigen Rotationskörpers angenähert sphärischer Gestalt. In unserer Nähe stehen die Sonnen dichter gedrängt nach oben und unten hin, nach der Milchstraße hinaus weniger dicht. Weiter fort von uns ist es gerade umgekehrt, da wird der Sternreichtum immer größer, je näher man an die Ebene der Milchstraße herangeht. Es ist also eine ringförmige Verdichtung dort draußen vorhanden. Der Weltkörper muß aber nach außen zu ein Ende haben, denn alle Zahlen führen darauf, daß in endlicher Entfernung von uns die Sterndichtigkeit auf Null heruntergeht. Man schätzt jetzt die Grenze der Milchstraße auf 500—1100 Siriusweiten oder etwa 7000 Lichtjahre, d. h. das Licht würde von den äußersten Grenzen der Milchstraße bis zu uns etwa 7000 Jahre brauchen, obgleich es in einer Sekunde 300 000 km zurücklegt und ein Jahr etwa 31 $^1/_2$ Millionen Sekunden hat.

Nicht nur diese Statistik, die im wesentlichen auf der Grundlage der früheren Kataloge beruht, sondern auch alle neueren photographischen Aufnahmen deuten darauf hin, daß die Zahl der schwachen Sterne bei Verwendung starker optischer Hilfsmittel kaum noch zunimmt.

Unsere Sternenwelt scheint also begrenzt und schließt nach außen nach allen Seiten hin ab.

Man hat vielfach versucht, durch Verbindung unserer Kenntnisse über die gemessenen Entfernungen der nächsten Fixsterne mit den Helligkeiten Einblick in die Konstitution des Universums zu erlangen. Hier sind aber alle Versuche bis jetzt gescheitert und zwar dadurch, daß wir nur von wenigen und zwar den nächsten Sternen die Abstände bestimmen können.

Ein dritter Weg hat etwas bessere Aufschlüsse gegeben. Eine große Anzahl Fixsterne läßt im Laufe der Zeit deutliche, wenn auch schwache scheinbare Bewegungen auf der Himmelskugel erkennen, die sogenannten Eigenbewegungen. Aus der Verbindung von Eigenbewegung und Helligkeit ließen sich nun gleichfalls statistisch Schlüsse auf die Verteilung der Gestirne ziehen. Eine große Zahl interessanter Untersuchungen ist auf diesem Gebiete gemacht worden. Von besonderer Bedeutung war es, daß hierbei auch noch die durch das Spektroskop erbrachte wahre Bewegung einer großen Zahl von Sternen, in der Richtung auf uns zu, mit verwandt werden konnte. Es würde über den Rahmen dieses Vortrages hinausgehen, wenn ich auch nur die wichtigsten dieser Untersuchungen besprechen wollte. Besonders die Arbeiten von KOBOLD und KAPTEYN haben hier bahnbrechend gewirkt.

In letzter Linie weisen auch diese Untersuchungeu darauf hin, daß alle Gestirne mit der Milchstraße zusammen ein einziges organisches Ganzes bilden. Unsere Sonne vollführt darnach eine Bewegung, die auf einen Punkt der Milchstraße gerichtet ist. Dieser Bewegung scheint sich eine große Zahl von Sternen, die der Sonne nahe stehen, anzuschließen. Außerdem gibt es unter den Sternen zahlreiche Gruppen mit gemeinsamer Bewegung, die überall in der Hauptebene des ganzen Fixsternsystems, der Ebene der Milchstraße, vor sich geht.[1])

Dem hat die Spektralanalyse hinzugefügt, daß in unserer näheren Umgebung im Innern der gewaltigen Weltinsel die Sterne in ihrem physikalischen Zustand unserer Sonne ähneln, während weiter draußen, in der Milchstraße, die meisten Sterne viel heißer und vielfach mit gewaltigen gasförmigen Atmosphären umgeben sind.

So führt uns also die statistische Untersuchung des Fixsternhimmels zu der Anschauung, daß alle sichtbaren Sterne ein gemeinsames System ausmachen. Seine Hauptausdehnung fällt in die Milchstraße, und der größte Sternreichtum ist in ringförmiger Verdichtung weit ab von uns

1) Sollte die große Kooperation, die KAPTEYN angeregt hat, durchgeführt werden, dann dürfte wohl in absehbarer Zeit ein Fortschritt auf diesem Wege zu erwarten sein.

zu suchen. Dort stehen die Sterne sich durchschnittlich näher und sind durchschnittlich kleiner, aber heißer als anderswo.

Wir stehen demnach, was den äußeren Umriß betrifft, im ganzen auch heute noch auf dem Standpunkte von Wilhelm Herschel, aber im einzelnen durchschauen wir nach hundertjähriger Arbeit die typische Anordnung viel besser und sicherer.

Von dem typischen Bilde auf die dynamische Gestalt des Sternsystems überzugehen, sind verschiedene interessante Versuche gemacht worden. Zahllose komplizierte Gebilde am Himmel zeigen die Form der Spirale, und durch Analogieschluß wurden mehrere Forscher darauf geführt, das Sternsystem der Milchstraße als einen großen Wirbel aufzufassen. Nachdem zuerst Alexander und später Proctor die verwickelte Figur der Milchstraße durch spiralige Anordnung zu deuten versucht hatten, hat in dem letzten Dezennium Easton in Rotterdam mit großer Ausdauer und Geschicklichkeit dieses Problem behandelt. Ihm kam nun auch das Material zugute, das die Himmelsphotographie erbracht hat. Hand in Hand mit eigenen Helligkeitsschätzungen und Zeichnungen des Milchstraßenverlaufs, den Abzählungen der Sterne, auch unter Benutzung photographischen Materials hat er versucht, die komplizierten Ströme, Inseln und Brücken räumlich zu zergliedern.

Der Eindruck, den die photographischen Aufnahmen der Milchstraße selbst mit kleinen Apparaten hervorbringen, ist recht verschieden von jenem, den Sie am Nachthimmel zu bewundern gewohnt sind. Die photographische Platte bringt selbst bei kleinsten Objektiven noch Sternchen heraus, die wir mit dem bloßen Auge nicht sehen, und die helleren prädominieren ungebührlich vor den schwächeren. Wir wollen den bei uns sichtbaren Teil der Milchstraße, wie er auf dem Königstuhl mit kleineren Objektiven aufgenommen worden ist, überfliegen.[1]) Das erste Bild zeigt uns im kleinsten Maßstabe den südlichsten Teil der Milchstraße des Winterhimmels. Der helle Stern im Südwesten ist der alles überstrahlende Sirius; die Mitte des Bildes liegt im Einhorn neben dem bekannten Sternbild des Orion und reicht vom Horizont herauf bis in die Zwillinge. Der Gesamteindruck ist der der Homogenität mit einer Zunahme der Sternfülle gegen die Mitte der Milchstraße. Das nächste Bild schließt nach Norden an. Es enthält die Milchstraße in den Zwillingen unten und dem Wagenlenker in der Mitte. Rechts unten hat die gewaltige Lichtscheibe des Planeten Jupiter im Sternbild des Stieres das Bild entstellt; darüber sieht man das Häufchen der Plejadensterne. In mittlerer Höhe, über dem Jupiter, sehen wir den großen Nebelfleck bei ξ-Persei. Von der Mitte des Bildes, dem Nebel und Sternzentrum des Auriga, ziehen strukturreiche

1) [Der Vortragende projizierte 58 Bilder, die an dieser Stelle nicht wiedergegeben werden.]

gewundene Kanäle zwischen den feinen Dunstmassen spiralförmig nach außen. Ein solcher Kanal, rechts unten über Jupiter, scheidet die Dunstmassen des ξ-Perseistromes von jenen des Plejadenstromes. Von oben reicht die gegabelte Höhle des Perseus in das Bild herein. Das nächste Bild (Milchstraße im Perseus) zeigt die gegabelte Höhle rechts, sie setzt sich nach oben zu einem der interessantesten Risse der Milchstraße fort. Der helle Schein in der Mitte des Bildes umschließt die hellen Sterne der Perseusgruppe. Rechts unten tritt wieder der ξ-Persei-Nebel aus dem Sterndunst hervor. Links oben beginnen die hellen Sternzüge der Kassiopeia, von Sternhaufen flankiert. Mit dem folgenden Bild (Milchstraße in Kassiopeia) sind wir in die kräftigen Ströme der Kassiopeia eingetreten. Rechts ist der bekannte Perseussternhaufen sichtbar. Die neblige Masse in der Mitte umschließt den Stern γ der Kassiopeia. Das bekannte lateinische W, das die Hauptsterne des Sternbildes ausmachen, steht auf dem Kopf. Während die Milchstraße von oben her ziemlich gleichmäßig gegen die Mitte an Dichte zunimmt, ist der ganze untere Teil zerrissen und zerklüftet und so zu sagen stellenweise ausgelöscht. Es sind die merkwürdigen Klüfte und Höhlen, die für die Erklärung des Milchstraßenphänomens von allergrößter Bedeutung sind. Besonders auffallend ist auch die ovale Höhle links von der Mitte des Bildes.

Das nächste Bild gibt uns den Eindruck der Milchstraße zwischen Kassiopeia und Schwan. Rechts unten ist wieder die längliche, ovale Höhle zwischen Kassiopeia und Cepheus, daneben, durch einen langen Strom heller Sterne davon getrennt, die Höhle des Cepheus. Der lange Sternstrom verbreitert sich in der Mitte des Bildes zu einer hellen Wolke. Ein ganz schmaler zerrissener Kanal durchschneidet die Wolke von der Mitte aus nach oben, wo er sich mehrfach gabelt. Der nach rechts gehende Zacken enthält in seinem Ende den interessanten Cocon-Nebel, von dem wir nachher noch eingehender zu reden haben. Links oben von der Mitte kommt die große dunkle Höhle im Schwan und darüber der imposante Lichtfleck des Nordamerika-Nebels. Der helle, links ansitzende Stern ist der helle Deneb. — Mit diesem Bild kommen wir über unseren Scheitel hinweg, es dreht sich die Bildrichtung. Auf dem folgenden Bild (Milchstraße im Schwan) finden wir den Nordamerika-Nebel nahe der Mitte. In der Mitte der Platte steht der helle Stern Deneb, und die große dunkle Höhle des Schwans sehen wir darüber links davon den dünnen zerklüfteten Kanal mit der recktwinkligen Abbiegung nach links, die den Cocon-Nebel enthält. Rechts unten steht die helle Sternwolke, die über γ nach β im Schwan herunter reicht, eine der auffallendsten Gegenden der nördlichen Milchstraße. Man hat gedacht, daß hier in der Mitte des Bildes beim Deneb eine Kreuzung stattfände, als ob beim Nordamerika-Nebel die zwei Ströme über einander kreuzten; die größte Sternfülle geht vom linken auf den rechten Strom über.

Wir senken unseren Blick am Westhimmel weiter herab. Auf dem nächsten Bild sehen wir den westlichen Strom in seiner gewaltigen Sternfülle zur Mitte des Bildes herabkommen, wo die Sternbilder des Fuchses und des Pfeiles liegen. Hier springt die Sternfülle wieder auf den östlichen Arm über, wo sie bleibt, soweit wir die Milchstraße nach Süden verfolgen können. Der helle Stern unten ist der Atair im Adler; rechts über ihm sehen wir die kleine dreizackige Höhle, die für die Erklärung des Phänomens großes Interesse bietet. Der rechte, westliche Arm der Milchstraße ist zerklüftet und durch Höhlen abgeschwächt gegen den linken. Unser letztes Bild (Milchstraße in Scutum und Sagittarius) zeigt jetzt den Atair links oben und daneben das dreizackige Höhlchen. Wir sehen, wie der linke Arm der Milchstraße jetzt ständig heller bleibt als der rechte. Zugleich erkennen wir, wie sich das Band in einzelne Flocken zerteilt, die in den wunderlichsten Formen wie Wolken durch einander geweht sind. Im unteren Teil des Bildes erreichen diese Wolken ihren größten Glanz. Es ist dies die lichtkräftigste Gegend der Milchstraße im Schild und Schützen. Hellere Sterne sind weniger zahlreich, aber die schwächeren sind unzählbar; sie sind zu dichten Haufen gedrängt, und feiner Dunst ist dazwischen ausgebreitet.

Damit sind wir unserem Horizont nahe gekommen, der uns sichtbare Teil der Milchstraße endet hier.

Beim Betrachten dieser Bilder und besonders dieses letzten fühlen wir so recht die kräftigen Worte Herschels: „Die Milchstraße ist wie Sand, den man mit der Hand hingeschleudert hat; nicht nur mit einer Hand, sondern wahllos mit beiden Händen und mit halbleeren und vollen Händen."

Nach diesen Eindrücken wird uns klar, wie schwer es sein muß, diesen komplizierten Organismus zu verstehen. Eigentlich sehen wir auf den ersten Blick an der Milchstraße gar keine Gesetzmäßigkeit außer daß die Sterne längs eines uns umschließenden Gürtels dichter gedrängt stehen.

Trotzdem hat man, wie schon berichtet, versucht, die Gestalt des Ganzen auf eine relativ einfache Form zurückzuführen. Herschel hatte schon aus seinen Aichungen gefunden, daß die Sommerteile der Milchstraße im Schwan und Adler sternreicher sind als die Winterteile im Auriga und Einhorn, und Celoria hat gezeigt, daß die Milchstraße im Einhorn weniger Sterne enthält als im Adler. Zählte man die Sterne bis zur 11. Größe mit, dann zeigte sich die Milchstraße im Adler auch breiter als im Einhorn. Es war also der Schluß berechtigt, daß die Milchstraße uns in der Adlerhälfte näher kommt als in der Einhornhälfte, und Celoria glaubte zeigen zu können, daß der Milchstraßenring doppelt sei, ein Ring uns näher liege als der andere, und daß die beiden Ringe um 15—20° gegen einander geneigt seien. Wir selbst

würden uns im inneren Ring befinden. Gegen das Einhorn zu würden beide Ringe verschmelzen, gegen den Adler hin neben einander sichtbar bleiben.

Diese Hypothese würde aber die Erscheinungen der großen Wolken und Risse und andere Verhältnisse[1]) nicht erklären. Deshalb hat EASTON die Ringtheorie dahin modifiziert, daß er sich die Milchstraße aus größeren Anhäufungen zusammengesetzt denkt, die zwar in sehr verschiedenen Entfernungen von uns liegen, die aber überallhin durch Ströme mit einander verbunden sind. Das ganze System denkt sich EASTON in Spiralform angeordnet. Der Kern der Spirale müßte im Schwan zu suchen sein, und von ihm aus gingen dann nach allen Seiten hin Ströme, die nach Belieben so gruppiert werden könnten, daß der tatsächliche Anblick der Milchstraße zustande käme. Wir selbst mit dem Sonnensystem würden uns nicht gar weit von dem Zentrum der Spirale, also nahe „der Mitte der Welt", in einer sternarmen Gegend befinden.

Da die EASTONsche Auffassung eine völlig willkürliche Anordnung der Ströme zuläßt — diese Spirale ist durch gar keine geometrischen Forderungen gebunden —, so läßt sich auf diese Weise jeder verlangte Anblick künstlich darstellen, und man steht der Hypothese kritiklos gegenüber, ehe man nicht geometrische Postulate für die Form der Spiralen des Himmels aufgefunden hat. Sehr verführerisch ist ja die Anschauung zweifellos. — —

Nach der LAMBERTschen Spekulation, der auch HERSCHEL, wie wir sahen, in seinen jüngeren Jahren zugetan war, bildete unsere Sonne mit dem ganzen Planetensystem ein System I. Ordnung, die Milchstraße mit allen Fixsternen bildete ein System II. Ordnung, in großen Abständen von einander lagerten dann die zahllosen Milchstraßensysteme, die wir als kleine Sternhaufen oder Nebelfleckchen im Fernrohre beobachten, und bildeten alle zusammen ein System III. Ordnung. — Wir sahen, daß schon HERSCHEL später diese Anschauung verlassen hat. Nähme man, mit GORE, die Entfernung bis zum fernsten Fixstern 2300mal so groß als diejenige des nächsten (α Centauri), so würde unsere Sterneninsel einen Durchmesser gleich 4600 mal der Weite dieses nächsten Fixsternes besitzen. Dieser Stern steht nun ungefähr selbst 4600mal so weit von unserer Sonne entfernt, als der Durchmesser unseres Planetensystems beträgt. Es liegt nun nahe zu schließen, wie es schon KEPLER ähnlich getan hat, daß sich die Dimensionen ebenso nach außen fortsetzen, daß die nächste Sterneninsel

$$4600 \times 4600 \times 4600 = 4600^3$$

mal so weit absteht, als unser Sonnensystem groß ist. Dadurch kommt

1) Wie beispielsweise die großen Unterbrechungen des einen Bandes, die Verbindungsbrücken zwischen den zwei Bändern usw.

man zu einer solchen Entfernung für die nächste Sterneninsel, daß das Licht an die 100 Millionen Jahre brauchen würde, um uns von dorther zu erreichen. Ein Sternsystem von ähnlicher Größe, wie das unsere, würde uns dort draußen unter kleinerem Winkel erscheinen als eine Bogenminute, und seine Lichtschwäche müßte für uns so enorm sein, daß es kaum jemals mit menschlichen Hilfsmitteln gesehen werden könnte

Viele Hunderte der fernen Sternhaufen und Nebelfleckchen sind nun aber recht helle und strukturreiche Objekte für uns; sie sind sogar recht grobzügig gebaut. Wir wollen uns einige solcher Objekte, aufgenommen mit unserem großen Reflektor von Zeiß, hier betrachten.

[An einer Anzahl Bildern von Nebelflecken zeigt der Vortragende die Eigentümlichkeiten im Bau der Spiralnebel und fährt dann fort:] So könnten wir mit den nötigen Hilfsmitteln Hunderte und Tausende von spiraligen Nebelfleckchen zur Darstellung bringen. Sie alle zeigen zwei Regeln: Erstlich besitzen alle einen alles überstrahlenden hellen Zentralkern, und zweitens zeigen sie, daß sich meist zwei bevorzugte Spiralströme symmetrisch vom Kern ablösen — beides abweichend von der Gestalt, wie sie Easton für das Milchstraßensystem gefordert hat.

Aus der Untersuchung solcher Nebelfleckchen ergibt sich auch, wie schon gesagt, eine relativ grobe und einfache Struktur, was sehr dafür spricht, daß die Gebilde uns relativ nahe stehen, keineswegs aber aus maßloser Entfernung gesehene Milchstraßeninseln darstellen.

Zu ähnlichem Schluß führt die scheinbare Verteilung dieser Gebilde. Man konnte allgtemein aussprechen, daß am Himmel dort, wo viele Sterne stehen, wenig solcher Nebelfleckchen zu finden sind, und umgekehrt, wo wenig Sterne stehen, sich viele Nebelfleckchen zusammenfinden. Nur wenig solcher Nebel liegen in der Milchstraße[1]), fast alle weit ab davon gegen die Pole der Milchstraße hin. Sie fliehen die Milchstraße und ordnen sich ihrer Zahl nach fast genau nach ihrer Lage gegen die Milchstraße[2]). Am Nordpol der Milchstraße treten sie so dicht zusammen, daß alles mit solchen Nebelfleckchen erfüllt erscheint. Das projizierte Bild bringt eine Stelle am Pol der Milchstraße zur Darstellung, die ganz erfüllt von solchem Kleinzeug ist; nur ganz wenig Sterne sind dazwischen zu sehen.

Eine besondere Klasse kleiner Nebel allerdings und fast alle Sternhaufen verhalten sich umgekehrt. Nämlich die Nebelfleckchen, welche reines Gasspektrum zeigen, halten sich in oder hart bei der Milchstraße, und dasselbe tun die Sternhaufen; sie gehören in die leuchtenden Ströme der Milchstraße organisch hinein. So bildet z. B. der Stern-

1) Ausgenommen die 2 Ströme durch Perseus und Sagittarius.

2) Freilich ließe sich auch sagen, daß die Erstreckungsebene der Milchstraße gesetzmäßig gegen die Verteilung der Welten höherer Ordnung gelagert sein könnte.

haufen im Schild, Messier 11 Scuti, einen integrierenden Teil der Milchstraße. Er bildet ein Zentrum, um das sich die Sternzüge der Milchstraße spiralig gruppieren. — Noch in anderer Hinsicht ist dieser Sternhaufen äußerst interessant. Ein Bild, das mit dem Zeißschen Reflektor genommen ist, gibt die Gegend in größerem Maßstab. Schon der erste Blick, noch mehr eine genaue Untersuchung, zeigt, daß der Haufen in der Mitte aus den helleren Sternen der Gegend aufgebaut ist. Darunter liegt das feine Netzwerk viel schwächerer Sterne als Hintergrund. Sie drängen sich nicht wahrnehmbar gegen dieses Zentrum zusammen. Wir sehen hier also durch eine Schicht von Sternen 10. bis 11. Größe hindurch auf eine ferne, gleichmäßige Sternschicht, die aus Sternen 14.—18. Größe zusammengewoben ist, ähnlich also, wie die EASTONsche Auffassung es verlangt. Die Anzahl der fernen Sterne ist ungeheuer groß, und sie stehen so dicht gedrängt, daß man sie nicht zählen kann; die Platte enthält auf einen Quadratgrad wohl 100 000 Sterne, 100 000 ferne Sonnen, wie die unsrige!

Nach allem scheinen wir heutzutage berechtigt, als wahrscheinlich anzunehmen, daß die Sternhaufen und Nebelfleckchen einen wesentlichen Bestandteil unserer Sterneninsel darstellen und uns vielleicht relativ nahe lagern. Sie alle bilden mit den Sternen der Milchstraße ein organisches Ganzes, und ferne Milchstraßeninseln hat der Mensch wohl noch niemals zu Gesicht bekommen.

Wir hätten so die Nebelfleckchen als Kleinkram zu betrachten, der im großen Markt der Milchstraße überall feilgeboten wird. Wir haben gleichzeitig erkannt, daß diese Spiralnebel alle einen hervorleuchtenden Kern und relativ grobe Struktur besitzen. Die neueren Forscher[1]) denken sie sich als das Resultat des Zusammenstoßes zweier Weltkörper. Alle besitzen ursprünglich wohl 2 Spiralarme, die an gegenüberliegenden Punkten aus einem Kern ausgebrochen sind. Daraus entstehen von neuem Zweifel, ob EASTON mit der Spiralform als Gestalt des Milchstraßensystems das Richtige getroffen hat. Immerhin wäre es möglich. Aber auch die Gegend des Himmels, wo EASTON das Zentrum der Spirale hinverlegt[2]), sieht durchaus nicht danach aus, als ob hier eine besondere zentrale Verdichtung vorhanden wäre.

Wir müssen also aussprechen, daß uns die geometrische Form für die Anordnung unseres Systems zur Zeit noch nicht mit Sicherheit bekannt ist, und wir müssen resigniert zugestehen, daß wir vom Aufbau der Milchstraße noch sehr geringe Kenntnisse haben.

In den letzten Jahren hat die Photographie uns eine Reihe von Perspektiven eröffnet, die uns wohl dem Verständnis des Phänomens näher bringen werden. Wie erwähnt, besitzt die Mehrzahl der Milch-

1) CHAMBERLIN-MOULTON, ARRHENIUS.

2) Und früher ebenso der Verfasser (London 1893).

straßensterne großen Reichtum an blauen Strahlen, sie gehören zu dem Typus, wie ihn der Sirius repräsentiert. Es sind besonders heiße Sterne mit hell leuchtenden Atmosphären. Die kleinen Gasnebel folgen ebenfalls der Milchstraße. Aber nicht nur diese, sondern fast überall in und besonders an den Rändern des Stromes lagern gewaltige diffuse Nebelmassen, die vielleicht auch Gasform besitzen. Das Spektroskop scheint es zu beweisen. Diese an die Milchstraße gebundenen Massen von unfaßbarer Ausdehnung bilden eine charakteristische Eigenschaft derselben, und gerade durch ihre Untersuchung hoffen wir in das Rätsel der Milchstraße eindringen zu können.

Sehen wir uns die Gegend bei γ im Schwan an, wo diese Nebelmassen besonders deutlich herauskommen. Sie ketten sich knapp an die Haufen und Züge der Sterne an. Ähnliches zeigt die Gegend bei S im Einhorn. Es wäre hier schwer zu beweisen, wenn man behaupten wollte, daß die nebligen Massen in anderen Entfernungen von uns lagern, als die Sternenwolken, die von ihnen umhüllt werden. Zugleich sehen wir hier, wie die Ränder der Sternwolken, stellenweise wie ausgestanzt, durch Kanäle gebildet werden, die fast völlig leer von Sternen bleiben. — Man hat geglaubt annehmen zu dürfen, daß diese Klüfte nur scheinbar seien, dadurch hervorgerufen, daß dunkle Materie, die von den Nebelmassen ausgeht, die Lichtstrahlen der fernen Sterne abfängt, dieselben unseren Augen verhüllt. Gerade auf diesem Bild scheint sich die Unmöglichkeit dieser Annahme zu zeigen. Wir sehen, wie die Klüfte scharf in die Sternmengen einreißen, die Sterne mittlerer Helligkeit beseitigend, während überall gerade das Netzwerk allerschwächster Sterne noch weit herein in die Klüfte sichtbar bleibt. Wir sehen an den Rändern auf kugelförmige Perspektive, wie bei Sternhaufen.

Ein schönes Beispiel für Nebel- und Höhlenbildung bietet der bekannte Nebel im Schwertgriff des Orion, in der Einhornhälfte der Milchstraße an ihrem Rande. Wogende Schlieren, fein drapiert, sind zu unentwirrbarem Chaos verwoben, aber wie das projizierte Übersichtsbild zeigt, bildet der Nebelfleck nur eine Verdichtung in ungeheuer ausgedehnten schwachen Nebelbändern. Wir finden nun den hellen Nebel umgeben von einer weiten Höhle, die ganz arm an feinen Sternen ist. Und diese Höhle ist langgestreckt; sie tritt von links unten in das Bild ein. Wir sehen den hellen Nebel nahe dem oberen Ende dieser Wüste. Die Abzählung der Sterne der Gegend zeigt die Erscheinung zahlenmäßig bestätigt; man wird also gezwungen, den Nebel in physische Verbindung mit dem Prozeß der Höhlenbildung zu bringen und zu fixieren, daß ein Vorgang unter den Sternen hier von links unten nach rechts oben über riesige Himmelsräume fortgeschritten ist.

Es gibt auch zahlreiche Höhlen, wo der Vorgang nicht so klar verfolgt werden kann. Vielleicht weil der Prozeß erloschen ist, oder

die verwandten optischen Mittel ungenügend sind. Die Mitte des Sternbildes der Kassiopeia zeigt die Erscheinung in ganz verwickelter Weise; man weiß nicht, zu welchen Höhlen die Massen gehören. Besonders interessante Risse zeigt auch die Gegend bei γ im Adler, wo drei zusammenhängende Höhlen, zu perspektivischem Anblick geordnet, fast frei von Sternen mittlerer Helligkeit geblieben sind. Durch die optische Kraft des Reflektors werden wir in das Detail dieser Höhlen geführt. Über alle drei Höhlen ziehen fast ungestört einige kontinuierliche Ketten von helleren und auch schwächsten Sternchen. Aus ersterem würde folgen, daß die 3 Höhlen nicht in den allervordersten Schichten zu suchen sind. Die größte Höhle ist ferner fast ganz mit schwachen Sternen ausgefüllt. Daraus würde folgen, daß diese breiteste Höhle uns viel näher liegt wie die zwei anderen, so, wie es der bloße Anblick aufdrängt. Die schmalste Höhle ist in ihrem spitzen Ende mit feinstem Sterndunst erfüllt. Beschauen wir ein Bild, das eine Übersicht über diesen Teil der Milchstraße gewährt! In der linken Seite der großen Sternwolke unten ist der dreifache Einriß, aber von rechts treten ebenfalls große Sternhöhlen an die Wolke heran. Der Vorgang scheint links nur schärfer ausgeprägt.

Sehr rein zeigt den vorhin beschriebenen Vorgang der große Nebel im Monoceros. Um den Nebel und einseitig von ihm zeigt sich die Verminderung der Anzahl schwacher Sterne. Das statistische Resultat läßt ganz die gleiche Gesetzmäßigkeit erkennen, wie ich sie Ihnen am Orionnebel demonstriert habe: Umschließung durch Sternleere und einseitige Verschiebung des Vorgangs.

Der große Nebel im Schützen hängt wie eine reife Frucht am Rande der feinen Dunstmassen der Milchstraße. Um ihn und neben ihm treten allerhand Risse in die Milchstraße ein, so, als ob der Nebel den Ort angäbe, wo das Eindringen der Risse oder das Zurückziehen der Sternenfülle vor sich geht. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim Perseusnebel. Ein langer Riß dringt von oben schräg in die Milchstraße herein und dezimiert hinter dem Nebel und um ihn herum die Sternfülle. Die Karte der Sternverteilung bestätigt den Anblick. Wir finden auf ihr die zahlenmäßige Feststellung der Erscheinung. Wir sehen den Riß von oben herabdringen, und wo der Prozeß seine vordere Seite hat, leuchtet der Nebel auf.

Nehmen wir ein Übersichtsbild der Milchstraße im Schwan zur Hand. Links oben sehen wir einen hellen Flecken, der aussieht wie eine Landkarte von Nordamerika, es ist der sogenannte Amerikanebel. Auf detaillierteren Aufnahmen finden wir zwischen die Sterne gewaltige Nebelmasse malerisch eingetragen, und wir sehen sie rings umschlossen von Rissen in den Sternenwolken, die genau den Konturen des Nebels folgen. Das Gleiche zeigt das Resultat der Abzählung der Sterne. Im Nebel zahllose Sterne, ringsherum Armut. Wieder ist die einseitige

Stellung des Nebels gegen die ganze Höhle erkennbar; er steht am nordöstlichen Ende derselben. Der Konnex zwischen dem Vorgang der Nebelbildung und der Höhlenbildung unter den Sternen ist hier in die Augen springend. Am schönsten bringt der Reflektor den Nebel zur Darstellung. Das Faszinierende ist die Bewegung der Massen, die aus dem Bilde spricht. Hier erkennen wir nun auch, wie die Nebelbänder stellenweise die Verbindung von schwachem Stern zu schwachem Stern herstellen, Nebelbrücken viele Sterne mit einander verknüpfen[1]). Es erscheint äußerst wahrscheinlich, daß Nebel und Sterne physisch verbunden sind. Streng ist dies natürlich sehr schwer nachweisbar. — Zu einem anderen interessanten Beispiel führt uns der Nebel bei 52 Cygni. Der langgestreckte, fein gegliederte Nebel scheidet in stupender Weise eine Gegend größter Sternfülle von einer solchen geringerer Sternzahl. Gerade hier finden wir nun im Nebel zahlreiche Verknüpfungen schwacher Milchstraßensterne durch Nebelbänder[2]).

Aus den angeführten Beispielen ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu erweisen, daß die Nebelmassen in derselben Tiefe lagern, wie die vielen Milchstraßensterne. Dies zwänge uns zu einem wichtigen Schluß. Wir haben gesehen, daß die Höhlen mit den Nebelmassen physisch verbunden sein müssen; nun hat sich gezeigt, daß die Nebel selbst die Milchstraßensterne physisch zu verknüpfen scheinen. Die Höhlen müßten daher ebenfalls in der räumlichen Tiefe der Milchstraßensterne lagern.

Man hat, wie gesagt, behauptet, daß die Nebel weit vor den dichtesten Schichten der Milchstraße, uns relativ nahe liegen und von undurchsichtigen Massen umgeben seien, die uns das Licht der Sterne verdecken. Die Höhlen wären darnach nur scheinbar.

Nach den beobachteten Verknüpfungen ist es fast sicher, daß, wenn eine Absorption eintritt, sie in relativer Nähe der Sternenwolken zu suchen ist, zwischen den fernen Sternen selbst und nicht weit vor ihnen[3]).

Besonders zwei Beispiele schienen dafür zu sprechen, daß man es bei der Höhlenbildung mit einer Absorptionserscheinung zu tun hat.

Das erste bildet ein Nebel im Cepheus (H IV 74 Cephei). Er zeigt die langgestreckte Höhle zwischen den Sternen, die von oben in das Bild hereinkommt, in deren einem erweiterten Ende der Nebel ruht, so, wie eine Erdspinne in ihrer Höhle. Alle besprochenen Gesetzmäßigkeiten sind auf den ersten Blick zu erkennen, aber es sieht aus, als ob

1) Besonders in der Gegend $20^h\ 55.1^m + 43^\circ\ 24'$ (55.0).

2) Besonders in der Gegend unmittelbar südlich von 52 Cygni.

3) Verschiedene andere Gesetzmäßigkeiten hat die Photographie uns noch erbracht, z. B. daß die Höhlen gegen die Nebel hin einfach werden, weiter zurück aber gegabelt sind; daß in den Nebeln selbst schon die Zahl der Sterne geringer wird, dort wo die Nebel hell aufleuchten, also im Rand der Nebel selbst; daß allerschwächster Dunst auch die Höhlen selbst erfüllt, usw.

die Höhlenbildung durch dunkle Massen verursacht sein könnte, die die Fortsetzung des Nebels bilden. Betrachten wir den Nebel im Detail, so erkennen wir, wie er aus dem Dunkel allmählich gegen die Mitte hin auftaucht und die ganze Höhle unsichtbar zu erfüllen scheint. Aber auch hier lassen sich vielleicht verschiedene Verknüpfungen mit Sternen der Gegend nachweisen. Die Hauptaufgabe der Sternphotographie wird hier offenbar künftig darin bestehen, solche Verknüpfungen mit Evidenz nachzuweisen.

Noch instruktiver für die Fortbewegung des Prozesses ist ein Nebel im Schwan (Coconnebel bei π-Cygni). Wir können den langen Kanal erschauen, den der Vorgang erzeugt hat; in seinem Ende wogt der Nebel wie eine Puppe eingesponnen. Miß CLERKE hat den Nebel bezeichnenderweise den Coconnebel getauft. Sehen wir uns den Nebel auf detailliertem Bilde an. Es ist durchaus keine Konzentration gegen die Mitte des Nebels zu erkennen[1]), und die Sterne an den Rändern des Kanals zeigen durchaus kein Zusammendrängen, so daß das Bild verführerisch zu der Anschauung lockt, daß um und hinter dem Nebel zurückgebliebene Materie den Kanal erfüllt hat und uns das Licht der Sterne verhüllt. — Betrachten wir den Kanal genauer, so finden wir viele Stellen, wo das feine gleichmäßige Netzwerk der fernsten Sterne ungestört sichtbar geblieben ist, während nur die Sterne mittlerer Helligkeit davor verschwunden sind. Das spricht wieder, ebenso wie bei den Adlerhöhlen, gegen die Absorption. Überblicken wir ferner auf einem Übersichtsbilde den ganzen Weg, den der Prozeß zurückgelegt hat — der Nebel selbst steht im Südosten im Ende des dünnen Kanals —, dann sehen wir, daß der enge Riß, an dessen Ende der Nebel angelangt ist, nur einen Appendix an ungeheure Sternleeren darstellt. Wir würden zu der Annahme gezwungen, daß vor großen Teilen der ganzen Milchstraße solche dunkeln Wolken lagern.

Aber noch mehr! Solche Risse und Kanäle in dem Netzwerk des Himmelsgrundes ziehen (wie der Vortragende an anderen Bildern zeigte) nicht nur vor der Milchstraße, sie lassen sich von ihr bis mitten in den gewöhnlichen Himmelsgrund verfolgen. Solche Risse reichen weit hinaus, scharf begrenzt zwischen dem feinen Sterndunst des Himmelsgrundes[2]). Wir kämen zu der Annahme, daß allenthalben am Himmel dunkle Materie lagert, die uns die fernen Sterne verdeckt, und daß nur

1) Wie es ARRHENIUS auffassen möchte (Werden der Welten, S. 155).

2) Diese Kanäle sind meist von gewaltiger Länge, wie z. B. in Auriga und Taurus, wo drei solcher spiralig gewundener Risse von der Konzentration bei β-Tauri ausgehend weithin in den Himmel zu verfolgen sind. Der Riß, der die Dunstwolke des ξ-Perseinebels von jener der Plejadennebel scheidet, reicht bis gegen das Triangulum hin (A. N. 4052). BARNARD hat ihn neuerdings teilweise geschrieben (Ap. J. 25, 218).

ein schmaler Spalt rings am Himmel offen ist, durch den wir die fernen Sternscharen sehen können — die Milchstraße.

Wir hätten anzunehmen, daß von zwei Seiten, von unten und von oben herab, dunkle Materie herandrängt und uns allmählich alle ferneren Sterne verhüllt. Die Milchstraße wäre der sichtbare Rest verhüllter Pracht.

Die andere Möglichkeit bietet sich in der Annahme, daß die Höhlen reelle Furchen oder Verdunkelungen im Sternenheere sind und ein uns unbekannter Vorgang eine Zerklüftung oder Verdunkelung der Sternmassen bedingt.[1])

Der Prozeß wird nicht immer tief in der Ferne zu suchen sein, vielmehr manchmal in vorderen Schichten der Milchstraße. Bei dem Zerstören, Trennen oder Verdunkeln fände an den frisch betroffenen Stellen ein Aufleuchten oder Zusammendrängen sonst unsichtbarer kosmischer Massen statt. Dadurch, daß diese „Nebel" immer am Ende oder der Grenze der Risse auftreten, wird uns die Stelle gezeigt, wo der Vorgang weiter schreitet. Daß ein Prozeß, der sich in gewaltiger räumlicher Ausdehnung abspielt, sich fortbewegt, darüber besteht wohl kein Zweifel mehr. Ungeheure Zeiträume würden natürlich erforderlich sein, um solche Vorgänge sich abspielen zu lassen.

Auch so kommen wir also zu der Anschauung, daß die Milchstraße ein Rest ist, in diesem Fall der Rest einer früher viel ausgedehnter leuchtenden Welt.

Vielleicht sind alle beide Anschauungen falsch. — Nur so viel ist sicher, daß die Milchstraße uns schöne und große Probleme aufgibt, uns auf Vorgänge und Kräfte hinweist, für deren Beschreibung uns heute noch Begriffe und Vorkenntnisse fehlen. Wir stehen einem großen Geheimnis gegenüber, ohne dessen teilweise Entschleierung unser Kosmos ein arges Flickwerk ist.

Zugleich ersehen wir aber aus den vielen Gesetzmäßigkeiten, die uns die photographisch-astronomische Forschung enthüllt, daß wir auf einem aussichtsvollen Wege marschieren, der uns dem Erstrebten näher bringt.

(Der Vortrag mit den Bildern erscheint bei Joh. A. Barth, Leipzig.)

1) Vielleicht Herschels clustering process; aber am Rand der Haufen zeigt sich kein Zusammendrängen der Sterne.

BERICHT

ÜBER DIE

GESAMTSITZUNG BEIDER HAUPTGRUPPEN

SOWIE ÜBER DIE

GEMEINSAMEN SITZUNGEN

DER

NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND DER MEDIZINISCHEN HAUPTGRUPPE.

I.

Bericht über die Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen.

Donnerstag, den 19. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Prof. Dr. Naunyn-Baden-Baden.

Referate erstatteten die Herren Professor Dr. R. Hesse-Tübingen und Professor Dr. L. Heine-Greifswald.

1.

Über das Sehen der niederen Tiere.

Von

R. Hesse.

Wir können auch bei niederen Tieren von „Sehen“ sprechen, wenn wir die Bedeutung des Ausdrucks erweitern und angemessen definieren. „Sehen ist die Umwandlung derjenigen Bewegung, auf welcher das Licht beruht, in eine andere Bewegung, die wir Nervenleitung nennen“ (Max Schultze). Es können dann verschiedene Stufen des Sehens unterschieden werden, je nach der quantitativen und lokalen Verschiedenheit der Nervenerregungen, die sich nebeneinander im Sehapparat und den damit verbundenen Teilen des zentralen Nervensystems abspielen: Helldunkelsehen, Richtungssehen, Bewegungssehen, Entfernungssehen und Form- oder Bildsehen. Welche von diesen Abstufungen für ein Tier zutrifft, kann meist nur aus den Bauverhältnissen des Sehapparats beurteilt werden, selten auf Grund von Experimenten.

Allen Sehorganen ist ein Bestandteil gemeinsam, die Sehzellen; diese sind stets primäre Sinneszellen; sekundäre Sinneszellen oder freie Nervenendigungen sind als rezipierende Organe für Lichtreize nicht bekannt. Die weit überwiegende Mehrzahl der Sehzellen zeigt eine bemerkenswerte Gleichartigkeit im Aufbau: die durch den Nervenfortsatz eintretenden Neurofibrillen erleiden in der Zelle eine Umwandlung und treten, je nach ihrer Zahl, als Stiftchensaum, als Stiftchenbündel oder als vereinzelte, im sog. Stäbchen verlaufende Neurofibrillenenden auf. Nur in den Sehzellen der Oligochaeten und der Salpen konnten solche Bildungen nicht nachgewiesen werden; sie enthalten vielmehr vakuolenartige Gebilde, sog. Phaosomen, die vielleicht funktionell die gleiche Bedeutung haben wie die umgebildeten Enden der Neurofibrillen. Diese letzteren sind wahrscheinlich als Aufnahmeorgane für den Lichtreiz anzusehen. Die Ätherwellen, die uns als Licht er-

scheinen, sind kein allgemeiner Protoplasmareiz, wie mechanische, chemische und thermische Reize es sind; bloßgelegte Nerven (Froschischiadicus; Regenwurmbauchstrang) werden durch sie nicht erregt. Es bedarf besonderer „Transformatoren", um sie zu einem wirksamen Nervenreiz zu machen; als solche dienen wahrscheinlich die umgewandelten Neurofibrillenenden.

Andere Transformatoren für den Lichtreiz sind Stoffe, die im Licht zersetzt werden und dabei ein als chemischer Reiz wirksames Zerfallprodukt liefern, wie der purpurfarbige Stoff in der Haut mancher Seeigel (Arbacia, Diadema) oder der Sehpurpur im Wirbeltierauge. Dagegen ist das dunkle Pigment, das in so weiter Verbreitung in den Sehorganen vorkommt, nicht wesentlich für das Zustandekommen der Erregung; es dient nicht als Transformator. Denn es gibt viele Sehzellen, die ohne Begleitung von Pigment vorkommen: so bei Dialychone, Polycelis, im Vorderende des Rückenmarks von Amphioxus, ferner in der Nebenretina des „Auges" von Limax, bei vielen Egeln (Hirudo, Pontobdella) und beim Regenwurm. Das Pigment wirkt vielmehr als Lichtschirm, es isoliert die Sehzelle optisch und spezialisiert sie für einen oder wenige bestimmte Reize.

Eine Pigmentblendung fehlt ganz beim Regenwurm. Daher können Lichtstrahlen aus den verschiedensten Richtungen zu den Sehzellen gelangen, und alle werden, bei gleicher Intensität, den gleichen Reiz ausüben; nur bei verschiedener Intensität ist die Erregung verschieden. Wir haben also hier einen Fall von Helldunkelsehen. — Die einfachste Pigmentblendung begegnet uns bei einem Egel (Branchellion) als paarige Pigmentwand senkrecht zur Oberfläche und zur Medianebene, vor und hinter welcher die Sehzellen stehen. Lichtstrahlen von vorn erregen nur die Sehzellen vor ihr, solche von hinten nur die hinter ihr, solche von oben oder von der Seite treffen beiderlei Sehzellen. Somit bedingt die Pigmentwand ein Richtungssehen, wenn auch ein sehr unvollkommenes. — Anders, wenn das Pigment in becherförmiger Wölbung die Sehzellen oder doch ihre rezipierenden Enden umgibt: ein so abgeblendetes Sehorgan heißt ein Pigmentbecherocellus. Morphologisch lassen sich zwei Arten von solchen unterscheiden: entweder besteht der Becher aus selbständigen Pigmentzellen, und die Sehzellen ragen von der freien Öffnung her in denselben hinein und bergen ihre rezipierenden Enden in der Tiefe des Bechers, die Sehzellen sind also invertiert; solche invertierte Pigmentbecherocelle liegen meist im Parenchym. Oder die Sehzellen begrenzen in epithelialer Anordnung eine becherförmige Grube, in die ihre rezipierenden Enden hineinragen das Pigment liegt in den Sehzellen selbst oder in indifferenten Epithelzellen zwischen ihnen. Die Leistung der beiderlei Pigmentbecherocelle ist aber, bei gleicher Weite des Bechers und gleicher Zahl der Sehzellen, nicht verschieden.

Im Pigmentbecherocellus ist die optische Isolierung um so wirksamer und das Sehfeld um so beschränkter, je enger und tiefer der Pigmentbecher ist. Daher haben Ocelle mit wenigen Sehzellen im allgemeinen ein kleineres Sehfeld als solche mit zahlreichen. Die Pigmentbecherocelle kommen in zweierlei Kombinationen vor: entweder viele Ocelle mit nur je einer Sehzelle, oder wenige (2) Ocelle mit zahlreichen Sehzellen. Im ersten Fall divergieren die Achsen der einzelnen Pigmentbecher, und so wird von dem Sehapparat ein großes Gebiet beherrscht; außer vollkommnerem Richtungssehen wird hier noch weiteres erreicht: ein Lichtpunkt, der sich bewegt, reizt nacheinander eine ganze Reihe von Einzelocellen, in deren Sehfeld er kommt, und zwar, je nach der Richtung seiner Bewegung, in verschiedener Reihenfolge und Auswahl; das gibt ein einfachstes Bewegungssehen. Die Leistung des Sehapparats wird hier um so vollkommener, je enger die Sehfelder der Ocelle aneinander schließen; am besten tun sie dies bei den epithelialen Pigmentbecherocellen mit regelmäßig divergierenden Achsen auf den Kiemen mancher Röhrenwürmer, z. B. bei Branchiomma. Eine leuchtende Fläche im Gebiet dieses Sehorgans wird alle jene Ocelle erregen, in deren Sehfeld sie hineinragt; die Kombination der erregten Ocelle wird anders, wenn die Form der Fläche eine andere ist; ist die Fläche nicht überall gleich hell, so werden auch die getroffenen Ocelle verschieden stark gereizt. Damit ist die Möglichkeit eines einfachsten Bildsehens gegeben; es ist die gleiche Art des Sehens, die Johannes Müller für die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insekten postuliert und als musivisches Sehen bezeichnet hat.

Von geringerer Leistungsfähigkeit ist ein Sehapparat, der aus wenigen Ocellen mit zahlreichen Sehzellen besteht. Hier ist eine Einfallsrichtung des Lichts bevorzugt, nämlich die parallel der Achse des Pigmentbechers; dann werden alle Sehzellen des Ocells gereizt, sonst immer nur ein Teil derselben. Daher ist das Richtungssehen weniger vollkommen; Bewegungssehen dürfte nur in sehr beschränktem Maße zustande kommen. Dagegen geht eine sehr wichtige Weiterbildung des Sehorgans von dieser Grundlage aus. In den epithelialen Pigmentbecherocellen sind die rezipierenden Enden der Sehzellen von einer schützenden Sekretschicht überzogen, die von den indifferenten, zwischen den Sehzellen stehenden Epithelzellen abgesondert wird. Wenn sich die epithelialen Sehgruben vertiefen, füllt das Sekret die ganze Grube aus; schließt sich dann die Sehgrube zu einer Blase, so wird die Füllmasse abgeschnürt und erfüllt jetzt die Augenblase. Ihre gewölbte Oberfläche und ihr starkes Lichtbrechungsvermögen bewirken, daß die Füllmasse in Sehgruben und Sehblasen eine neue Funktion übernimmt: sie wirkt als Sammellinse. So werden aus epithelialen Pigmentbecherocellen becher- oder blasenförmige Linsenaugen (Raubanneliden, Weichtiere). Innerhalb der Füllmasse kann sich dann noch ein kugliger,

stärker brechender Körper sondern, eine eigentliche Linse (meiste Schnecken, Alciopiden). Etwas anders entstehen die Linsenocelle bei den Arthropoden; funktionell aber stehen sie den eben erwähnten nicht fern.

Die Linse ist ein neues Mittel der optischen Isolierung, wirkt also wie das Pigment. Sie bewirkt, daß zu einer Sehzelle nur Strahlen aus einer bestimmten Richtung gelangen können, daß also jede Sehzelle ihr begrenztes Sehfeld hat — genau wie bei den gehäuften Pigmentbecherocellen mit divergenten Achsen. Aber sie bietet diesen gegenüber den Vorteil größerer Lichtmenge, weil alle aus dem Sehfelde einer Sehzelle auf ihre Oberfläche fallende Strahlen auf diese Zellen vereinigt werden. Je größer daher die Linse ist, um so lichtstärker ist, ceteris paribus, der Linsenocell. Die Leistungen der Linsenocelle sind also ähnliche, wie bei den gehäuften Pigmentbecherocellen, aber in vervollkommnetem Maße: Richtungssehen, Bewegungssehen, Formensehen. Komplikationen werden bedingt durch die Eigentümlichkeiten der Linse. Die Entfernung des Bildes vom Linsenmittelpunkt wechselt mit der Entfernung des leuchtenden Objekts: liegt dies fern, so ist das Bild nahe hinter der Linse, nähert sich das Objekt, so entfernt sich das Bild mit zunehmender Geschwindigkeit von der Linse. Die rezipierenden Enden der Sehzellen haben eine feststehende Entfernung von der Linse und werden maximal gereizt, wenn der leuchtende Punkt innerhalb eines gewissen Gebietes liegt. Somit ist jeder Sehzelle nicht nur eine bestimmte Richtung, sondern auch eine bestimmte Entfernungszone zugeordnet. Ein Lichtpunkt außerhalb dieser Zone löst eine schwächere und weniger lokalisierte Erregung aus als ein Punkt innerhalb derselben: das ergibt eine Art von Entfernungssehen. Die Fähigkeit, die zugeordnete Entfernungszone zu verschieben, also zu akkomodieren, fehlt den Linsenaugen der meisten Wirbellosen Dieser Mangel wird bei manchen Linsenocellen durch besondere Einrichtungen vermindert: im Stirnocell einer Fliege (Helophilus) zerfällt die Netzhaut in zwei Abschnitte, deren einer der Linse anliegt, also für die Ferne eingestellt ist, während der andere von ihr durch einen Zwischenraum getrennt, also für nähere Objekte eingestellt ist; in den Stirnocellen der Libellen liegen sogar zwei Reihen von Sehzellen hinter einander, und die rezipierenden Elemente der zweiten Reihe beginnen da, wo die der ersten aufhören.

Linsenocelle mit nur wenigen Sehzellen können für sich allein nicht viel mehr leisten als ein Richtungssehen. Vollkommenere Leistungen werden erreicht durch Häufung solcher Ocelle, wobei ihre Achsen divergieren, also wie bei den einzelligen Pigmentbecherocellen. Das führt zu der Entstehung des zusammengesetzten oder Facettenauges der Arthropoden. Dieses ist dem von Branchiomma überaus ähnlich; nur hat jeder Bestandteil den Wert eines Linsenocells und

besteht aus 13 bis 14 Zellen. Die 7 bis 8 Sehzellen sind so angeordnet, daß sich ihre rezipierenden Enden zu einem einheitlichen axialen „Rhabdom" vereinigen; bei Reizung des Rhabdoms werden alle Sehzellen in gleicher Weise erregt. Durch den lichtbrechenden Apparat des Einzelocells (Cornealinse und Kristallkegel) werden alle Strahlen, die ganz oder nahezu parallel auf die Linsenoberfläche fallen, gesammelt und zum Rhabdom geleitet; die schräg einfallenden Strahlen werden seitlich, auf die Pigmenthülle des Kristallkegels, abgelenkt und dort resorbiert. Dadurch sind die Sehfelder der Einzelocelle oder der „Facettenglieder" streng geschieden. Die Gesamtleistung ist wie bei Branchiomma: musivisches Bildsehen.

Die Deutlichkeit der Bilder im Facettenauge ist um so größer, je weniger die Achsen der Facettenglieder divergieren; auf einen Winkel von 40° kommen z. B. in verschiedenen Teilen eines Libellenauges über 50 oder 40 oder nur 30 in einer Reihe stehende Facettenglieder, bei einer Zirpe (Cercopis) dagegen nur 10. Die Lichtstärke der Bilder ist um so größer, je größer die Oberfläche der Cornealinse bei den Facettengliedern ist. Wenig divergierende Facettenglieder haben (bei gleichem Krümmungsradius der Augenoberfläche) eine kleinere Linsenoberfläche; sie wird größer und damit das Auge lichtstärker, wenn die Facettenglieder verlängert werden. Dies tritt ein bei den Augen mancher dunkelbewohnenden Insekten und Krebse: ein Teil des Auges mit stark divergierenden Facettengliedern hat ein großes Gesichtsfeld, aber undeutliche Bilder; der andere Teil mit wenig divergierenden Facettengliedern gibt deutliche Bilder bei kleinem Gesichtsfeld, würde aber sehr lichtschwach sein, wenn nicht durch bedeutende Verlängerung der Facettenglieder die Oberfläche der Einzellinsen vergrößert wäre (Ephemeridenmännchen, Bythotrephes).

In manchen Facettenaugen wird die Lichtstärke auf anderem Wege gesteigert. Beim Leuchtkäfer (Lampyris) kann man den lichtbrechenden Apparat des ganzen Auges im Zusammenhang präparieren, da hier die Kristallkegel mit den Cornealinsen verwachsen sind. So konnte Exner feststellen, daß hier die Summe der Linsen und Kristallkegel, auch ohne hinzukommende Pigmentblendung, imstande ist, ein einheitliches aufrechtes Bild zu entwerfen. Es werden dabei die von einem Lichtpunkte ausgehenden Strahlen nicht bloß durch den Kristallkegel des zugeordneten Facettenglieds auf das entsprechende Rhabdom vereinigt, sondern auch durch die benachbarten Kristallkegel so gebrochen, daß sie auf jenes Rhabdom zu konvergieren. Exner nennt die so entstehenden Bilder „Superpositionsbilder". Dazu muß einmal das Rhabdom in einiger Entfernung hinter den Kristallkegeln liegen, dann aber müssen die die Facettenglieder trennenden Pigmenthüllen auf der Strecke zwischen Kristallkegel und Rhabdom fortfallen. Bei vielen Insekten werden in schwachem Licht diese Pigmenthüllen durch

Wanderung des Pigments in den Zellen entfernt; im hellen Licht, wo auch ohne Superposition die Bilder genügend lichtstark werden, stellen sich die Hüllen auf gleiche Weise wieder her. Bei Tiefseekrebsen, die stets in schwacher Beleuchtung leben, fehlt das Pigment hier ganz.

Beim „Superpositionssehen" wirken die Linsen und Kristallkegel als einheitlicher Apparat und ebenso die Rhabdome wie eine einheitliche Netzhaut. Diese funktionelle Unabhängigkeit kann auch einen morphologischen Ausdruck bekommen: bei manchen Tiefseekrebsen ist die Zahl der Cornealinsen und Kristallkegel viel geringer geworden als die der Rhabdome, der sie ursprünglich gleich war: das zusammengesetzte Auge ist hier wieder zu einem einheitlichen Organ umgewandelt.

(Eine erweiterte Bearbeitung des Vortrags wird im Verlage von Gust. Fischer in Jena erscheinen.)

2.

Über das Sehen der Wirbeltiere und Kopffüßler.

Von

L. Heine.

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn ich Ihnen einen Überblick über die verschiedenen Arten des Sehens bei den Tieren, und zwar den Wirbeltieren und Kopffüßlern, geben soll, so müssen wir uns von vornherein klar darüber sein, daß wir dieses große und weite Gebiet nicht in der kurzen Spanne der uns zur Verfügung stehenden Zeit durcheilen können. Ich gedenke mich deshalb auf ein besonderes Charakteristikum dieser Augen zu beschränken, welches einen durchgreifenden Unterschied gegenüber dem Auge der Wirbellosen bedingt, das ist das Brechungs- und das Einstellungsvermögen, also Refraktion und Akkommodation. Bei unseren Vorstellungen von dem „Sehen dieser Tiere" wird sich daraus, glaube ich, eine befriedigende Richtschnur ergeben.

Das Auge der Wirbeltiere und Kopffüßler ist von jeher — und zwar im besonderen Sinne zum Unterschiede von den Augen der Wirbellosen — mit einer photographischen Kamera verglichen worden: Eine Linse oder ein Objektiv, beim Auge ein System von brechenden Flächen, geliefert durch Hornhaut und Linse, entwirft ein umgekehrtes Bild der Außendinge auf der lichtempfindenden Schicht, der Netzhaut des Auges. Ist die Kamera auf unendlich eingestellt, so wird nur eben die Unendlichkeit scharf abgebildet, alles diesseits einer gewissen — praktisch der Unendlichkeit gleich zu setzenden — Entfernung aber unscharf. Jeder Laie weiß, daß wir an der Kamera die „Einstellung" ändern müssen, um näher Gelegenes zur scharfen Abbildung zu bringen.

Diese Einstellung hat auch das Auge ebenso nötig wie jede Kamera, wenn man es auch lange Zeit bestreiten zu sollen glaubte.

Das normale menschliche Auge ist nun in seinem Ruhezustand für die unendliche Ferne eingestellt; will es in der Nähe einen Gegenstand deutlich sehen, so muß es sich auf diesen „einstellen" oder „akkommodieren", wobei ihm dann die Ferne unscharf wird. Diese „Einstellung" geschieht nun nicht wie bei der photographischen Kamera durch Vorschieben des Objektivs oder durch Zurückschrauben der Mattscheibe, sondern durch eine Wölbungszunahme der Linse. Diese ist in ein System von radiär gestellten Aufhängebändern sozusagen eingespannt. Die elastische Spannung dieser Bänder hält die Linse in einem abgeplatteten Zustand. Zieht sich der mit diesem Bandsystem in Zusammenhang stehende Akkommodationsmuskel zusammen, so erschlafft das Bandsystem, die Linse wird kugeliger, also stärker brechend und stellt auf diese Weise das Auge für die Nähe ein. Solange der Muskel zusammengezogen bleibt, ist das Auge für die Nähe akkommodiert, erschlafft er, so tritt die Elastizität des Aufhängebandes der Linse in ihr Recht, die Linse wird wieder abgeflacht und das Auge von selbst für die Ferne eingestellt.

Je jugendlicher das Auge ist, um so größer ist die Fähigkeit der Linse, ihre Gestalt zu verändern, um so ausgiebiger ist das Einstellungsvermögen. Je älter die Linse an Jahren wird, um so mehr geht von dieser Fähigkeit verloren, um mit ca. 60 Jahren den Nullpunkt zu erreichen. Aber schon in den vierziger Jahren genügt das Einstellungsvermögen bekanntlich nicht mehr für die Bedürfnisse des Kulturmenschen, so daß er zur „Altersbrille" greifen muß.

Die Ausgiebigkeit des Einstellungsvermögens für verschiedenste Entfernungen — die sog. Akkommodationsbreite — ist nun, wie beim Menschen in den verschiedenen Lebensaltern, so bei den Säugetieren in den verschiedenen Arten sehr verschieden groß. Soweit bisher positive Befunde vorliegen, ist sie nach Beer „beträchtlich nur noch bei den Affen, viel geringer bei allen übrigen Säugern, am größten noch bei den Katzen, bei Robben und Fischottern. Vielfach scheint die geringe Entwicklung derselben mit der Körpergröße und noch spezieller mit der Kopfgröße und Freßdistanz zusammenzuhängen. Sowie die kleinköpfigen Reptilien und Vögel überhaupt eine große Akkommodationsbreite, im bes. die kurzschnabeligen Raubvögel und die nahe pickenden Singvögel eine mächtige Entwicklung des Akkommodationsapparats aufweisen, so dürfte cet. par. ein kleiner Affe Akkommodation auf kürzere Distanz brauchen, als — um ein extremes Beispiel anzuführen — ein Elefant, der sich allem Genießbaren nur auf Rüsseldistanz zu nähern braucht."

„Während ein Sperling ein für uns mit freiem Auge oft kaum sichtbares Bröschen, ein kleiner Singvogel ein minutiöses Insekt auf wenige Zentimeter Entfernung erst ansieht und dann mit Sicherheit

aufpickt, sucht ein Hund fast niemals ein zu Boden gefallenes kleines Objekt mit den Augen, sondern schnuppernd mit der Nase, ein intelligenter Hund riecht sich gewöhnlich um, wenn er in ein Zimmer kommt, während der Mensch sich zumeist umsieht."

Den für den Menschen geschilderten Einstellungsmechanismus finden wir in der Tierreihe also bei den meisten Säugern, in vervollkommneter Weise bei den Vögeln, bei vielen Reptilien und vielleicht noch einigen Amphibien.

Aber schon hier müssen wir feststellen, daß der Mensch keineswegs das vollkommenste Sehorgan besitzt, wie man vielleicht erwarten könnte, vielmehr sind ihm viele Vögel nicht nur relativ, besonders was die Größenverhältnisse anbetrifft, sondern auch absolut, was die Feinheit der Leistung betrifft, überlegen. Der die „Einstellung" beherrschende Muskel ist beim Menschen ein „glatter", was eine gewisse Langsamkeit der Funktion bedingt, bei den Vögeln dagegen ein „quergestreifter", wodurch das Auge mit viel größerer Geschwindigkeit für die verschiedensten Entfernungen eingestellt werden kann. Für die Schwalbe, die das Mückchen im Fluge fängt, ist dieser Umstand gewiß nicht ohne Bedeutung. Auch ist die Linse komplizierter gebaut, so daß die Vögel vielleicht gar nicht alterssichtig werden, doch ist davon noch zu wenig Sicheres bekannt. Auch ist das Auge vieler Vögel größer als das menschliche, so daß die Sehschärfe eine höhere ist, zumal wenn die Sehzellen der Netzhaut gleich fein oder noch feiner sind als die menschlichen.

Daß auch das Gesichtsfeld der Vögel vielfach ein größeres ist als das des Menschen, weiß jeder, der einmal versucht hat, ein Huhn zu greifen. Können diese Tiere mit ihren seitlich vorstehenden Augen doch fast ebenso gut hinter sich wie vor sich sehen, auch schon ohne Kopf oder Augen zu bewegen. Doch sei dies hier nur eben angedeutet. Von einer Besprechung der Gesichtsfeld- und Bewegungsverhältnisse soll hier grundsätzlich abgesehen werden, ebenso wie von dem Farbensehen und dem Sehen im Dunkeln.

Dieser geschilderte Einstellungsmechanismus ist nun aber keineswegs der einzige in der Tierreihe existierende. Schon bei gewissen Reptilien, ferner bei Amphibien finden wir eine andere Vorrichtung durch die auf die Zusammenziehung des Akkommodationsmuskels erfolgende Erschlaffung oder Entspannung des Linsenaufhängebandes erfolgt hier nämlich keine Wölbungszunahme der an sich schon kugeligen Linse, sondern ein Vorrücken derselben, so daß also fast genau wie bei der photographischen Kamera die Brechkraft erhöht, das Auge für die Nähe eingestellt wird. Wir können uns vorstellen, daß in der Ruhelage des Akkommodationsmuskels die Linse durch ihr Aufhängeband mit einer gewissen Spannung in den gallertigen Glaskörper hinein-

gepreßt gehalten wird. Wird dieses Aufhängeband nun durch die Tätigkeit des Muskels gelockert, so tritt das Bestreben des Glaskörpers, Kugelgestalt anzunehmen, in sein Recht, die Linse wird nach vorn gestoßen, um bei Erschlaffung des Muskels durch die Elastizität ihres Aufhängebandes wieder in den Glaskörper hineingepreßt zu werden. Dadurch stellt sich dann das Auge passiv wieder von selbst für die Ferne ein. Die Schlangen können auf diese Weise ihr Auge bis auf eine Entfernung von wenigen Zentimetern einstellen.

Theoretisch besonders interessant sind gewisse Nattern, bei denen wir nach Beer gleichzeitig beides finden: nämlich eine Wölbungszunahme und ein Vorrücken der Linse, so daß die Ausgiebigkeit des Einstellungsvermögens noch wesentlich gesteigert wird.

Man könnte daran denken, daß die amphibiotisch lebenden Tiere ganz besonders solcher vervollkommneter Mechanismen bedürften, um über und unter Wasser deutlich sehen zu können. Durch die Ausschaltung der Hornhautbrechung unter Wasser wird ein in Luft normalsichtiges Tier — ebenso wie der Mensch — stark übersichtig: durch die „Einstellung" könnte diese Übersichtigkeit überwunden und das Auge unter Wasser wieder normalsichtig werden. Wäre das Einstellungsvermögen groß genug, so könnte sich dieses Auge dann auch noch unter Wasser für die Nähe einstellen. Würde das Tier nun in diesem Zustand aus dem Wasser herausgebracht, so würde es eine exzessive Einstellungskurzsichtigkeit zeigen, die sich durch Erschlaffung des Akkommodationsmuskels wieder in Normalsichtigkeit verwandeln könnte. Ob derartige vervollkommnete Mechanismen existieren, ist noch nicht genau genug untersucht worden.

Das Gemeinsame bei den bisher geschilderten Formen der Brechkraft und des Einstellungsvermögens der Augen ist dieses: In der Ruhelage — bei Untätigkeit der im Innern des Auges befindlichen Muskeln — ist das Auge für die Ferne eingestellt; eine Muskeltätigkeit ist nötig, um die Einstellung für die Nähe zu bewirken; die Verschiedenheiten ergeben sich aus dem Verhalten der Linse: hier Wölbungszunahme, dort Vorrücken, endlich beides zugleich mit erhöhtem Effekt.

Wesentlich andere Verhältnisse finden wir nun bei den Fischen: Ganz im Gegensatz zu allem bisher Erörterten ist das Auge der Fische — oder doch vieler Fische — in der Ruhelage kurzsichtig und kann durch einen im Augeninnern angebrachten Muskel dadurch aktiv für die Ferne eingestellt werden, daß die kugelige Linse in das Augeninnere hineingezogen — retrahiert — wird. Erschlafft der Muskel (Retractor lentis Beer), so stellt sich das Auge passiv — automatisch — wieder für die Nähe ein: das Tier ist wieder kurzsichtig. Nehmen wir einen solchen Fisch aus dem Wasser heraus, so kommt noch die Brechung durch die Hornhaut hinzu, und dann finden wir sogar eine außerordentlich hohe Kurzsichtigkeit, so hochgradig, wie man sie beim Menschen überhaupt kaum je beobachtet.

Untersucht man die Fische im Aquarium — unter möglichst natürlichen Bedingungen, ohne sie irgendwie zu belästigen oder gar zu fesseln —, so findet man sie keineswegs kurzsichtig, sondern fast stets für die Ferne eingestellt, und erst wenn man ihnen einen sie interessierenden Gegenstand — ein totes Fischchen u. dergl. — nähert, stellen sie ihr Auge auf dieses ein. Wir sehen daraus, daß die Fische keineswegs so stumpfsinnig sind, wie man ihnen wohl meist zuschreibt, sondern daß sie alle Vorgänge sehr wohl aufmerksam mit den Augen verfolgen, wenn sie dabei auch völlig bewegungslos im Wasser stehen. Sie werden fragen, wie ist es möglich, derartige zahlenmäßige Angaben über Tiere zu machen, die 1—2 m von uns entfernt sich frei im Wasser bewegen? Der Augenspiegel, im besonderen die sogenannte Schattenprobe, ermöglicht dem Geübten tatsächlich, auf diese Weise recht exakte Angaben zu machen, auf die wir bei den Kopffüßlern, auch Tintenfische genannt, sogleich noch zu sprechen kommen.

Diese Kopffüßler, in der Wissenschaft Cephalopoden genannt, sind jene in ihren großen Vertretern schon fast der Sagen- und Fabelwelt angehörigen Weichtiere, die den Schrecken der Seeleute darstellen und in Schillers Taucher wohl die packendste Schilderung gefunden haben. Wissenschaftlich betrachtet, gehören diese Kraken aber keineswegs so ganz der Fabelwelt oder der Vergangenheit an, wie manche ausgestorbenen Tierfamilien, vielmehr sind noch in den letzten Jahrzehnten Vertreter derselben hier und da exakt beobachtet und beschrieben worden: Arme von 10—15 m Länge, von oben bis unten mit tellergroßen Saugnäpfen bedeckt, sitzen an einem großen plumpen walzenförmigen Körper, dessen oberster Teil, als Kopf kaum unterschieden, 2 Augen trägt, die 25—30 cm Durchmesser haben, so daß sie also viele hunderte menschlicher Augen in sich aufnehmen könnten. Über diesen Riesenorganen kann die Haut bei Annäherung einer Gefahr vollständig zusammen gezogen werden, so daß man Mühe hat, dieselben zu finden. Für gewöhnlich aber werden die Augenspalten weit geöffnet, und eine in metallisch grünlichen Farben schillernde Iris umgibt die große schwarze Pupille. Daß solche Ungeheuer gelegentlich Schiffe und die Menschen auf den Schiffen attackiert haben, wo man sich ihrer dann mit Beilen und größten Äxten erwehrt hat, erscheint keineswegs so unglaublich.

Im Mittelländischen Meer, im Golf von Neapel, erreichen diese Tiere allerdings nicht eine derartige Größe, immerhin sind ihre charakteristischen Eigenschaften dort sehr gut zu studieren. In dem bekannten Aquarium der zoologischen Station habe ich diese Tiere oft und gern beobachtet, sie mit Krebsen gefüttert und, während sie sich auf ihre Beute stürzten, mit dem Augenspiegel untersucht. Es ließ sich auch hier, wie bei den Fischen, konstatieren, daß die Augen für gewöhnlich auf größere Entfernung eingestellt waren, und daß

erst, wenn ihnen ein Beutestück genähert wurde, eine Einstellung der Augen auf dieses erfolgte.

Daß ein Einstellungsvermögen vorhanden sein mußte — eine Akkommodation — ließ sich also ohne weiteres erkennen, eine andere Frage war es aber, nach welchem Mechanismus sich dieses abspiele.

Das Experimentieren mit solchen Augen wird dadurch erheblich erleichtert — ja erst ermöglicht —, daß ein aus dem Kopfe entferntes Auge im Seewasser noch längere Zeit lebensfähig bleibt. Lagert man ein solches isoliertes Sehorgan zwischen 2 Paare elektrischer Reizpole unter Seewasser, so kann man das Spiel der Akkommodation willkürlich auslösen. Man findet auf diese Weise, daß — je nach der Art der Reizung — das Auge aus einer mittleren Ruhelage heraus sowohl für die Ferne, wie für die Nähe aktiv eingestellt werden kann. Es ist also hier ein prinzipieller Unterschied gegenüber den bisher besprochenen Akkommodationsmechanismen festzustellen: Bei den Säugern und Vögeln wird das fernsichtige Auge aktiv für die Nähe, bei den Fischen das kurzsichtige Auge aktiv für die Ferne eingestellt, die Rückkehr in den Ruhezustand ist ein passiver Vorgang. Hier, bei den Kopffüßlern, ist beides ein aktiver Prozeß: ein kompliziertes, die Augenwand innen z. T. auskleidendes Muskelsystem verändert die Form des Augapfels derart, daß für das Nahesehen die Linse vorgeschoben, für das Fernsehen zurückverlagert wird.

Einen solchen Einstellungsmechanismus hat man nun auch bei Lebewesen gefunden, die nur in Tiefen von Tausenden von Metern im Meere leben. Also hoch entwickelte Sehorgane in Regionen, wo nach unseren landläufigen Vorstellungen von der Tiefsee nur, wie Wolf sagt, „undurchdringliche Finsternis, eisige Kälte und eine durch keinen Laut unterbrochene Grabesstille, keine Bewegung der Flut vorhanden sei: eine Summe von Wesenlosigkeiten, von uns unbegreifbaren, unvorstellbaren Dingen"! Was sollen Augen bedeuten unter solchen Bedingungen? Eine farbenprächtige Fauna förderte überdies das Netz der Tiefseeforscher an das Tageslicht, besonders rote, rot-gelbe und purpurne Tierleiber oft monströsester Form — das ganze Tier fast nur ein riesiger Rachen —, sich im Todeskampfe noch gegenseitig fressend, kamen zutage. Was bedeuten aber Augen und Farben ohne Licht? Und wenn Licht dort ist, woher gelangt es in diese Tiefen, die selbst dem Sonnenstrahl verschlossen sind? Wahrhaftig, „die Tiefsee hat wirklich ihr eigenes Licht, und keine Phantasie mag wohl mit ihrem kühnsten Fluge die Wunder der märchenhaften Wirklichkeit dort unten erreichen. Die Tierwelt, die mit ihrem Leuchten in stillen Nächten, besonders in den Tropen, die Wasserfläche in ein flüssiges Feuermeer verwandelt — sie ist nur ein Gruß —, ist nur abgesandt von dem verzauberten Volk der Tiefe; da sind Seesterne, Anneliden, Salpen und Tintenfische, über und über mit grünlich phosphoreszierenden und auf-

blitzenden Funken besäet, oder von smaragdenen Lichtern überrieselt. Da sind Fische, die, gleich den Ozeandampfern auf dem nächtlichen Meer, mit langen Reihen von Lichtpunkten besetzt, deren Augen mit weißen Scheinwerfern ausgestattet sind. Da sind lauernde Ungeheuer, die, im Schlamm vergraben, lange leuchtende Fäden bewegen, um die Beute in die Nähe des ewig unersättlichen Rachens zu locken. Da ist noch eine ganze Welt mikroskopisch kleiner leuchtender Lebewesen, die die unendliche Tiefe mit magischem Lichte erfüllen" (Wolf).

Von einem aus $2^1/_2$ tausend Metern Tiefe heraufgebrachten Tintenfisch berichtet Chun: „Leib und Fangarme sind mit 24 Leuchtorganen wie mit einem Diadem bunter Edelsteine besetzt, die ultramarinblau, perlmuttrig, rubinrot, schneeweiß, himmelblau glänzen, leuchten und funkeln. Ein feenhafter Anblick bot sich oft nachts, wenn das Netz mit noch lebendem, in phosphorischem Schein erglühendem Inhalt an die Oberfläche gelangte. Bei manchen Fischen umsäumen besondere Leuchtorgane, wie Blendlaternen mit Hohlspiegeln und Linsen ausgestattet, die Seitenteile des Körpers und den Bauch, während andere als Diogenesse der Tiefsee ihr Glühlämpchen am Kopf und Unterkiefer tragen."

Legt man den Maßstab der mehr oder weniger hohen Vervollkommnung an alle die verschiedenen Formen der Augen an, so läßt sich — glaube ich — nicht verkennen, daß besonders hier bei diesen recht tief stehendenden Weichtieren ein Grad erreicht ist, wie er vom menschlichen Sehorgan keineswegs, höchstens von einigen höherstehenden Vögeln erreicht wird.

Überhaupt lehrt uns die vergleichende Sinnesphysiologie, daß der Mensch in dieser Beziehung keineswegs die Krone der Schöpfung darstellt. An Geruchsvermögen übertrifft ihn jeder Hund, an Hörvermögen die meisten Tiere, an Sehvermögen Vögel, Amphibien und Tintenfische. Gerade die höheren Sinne also sind es, die Haupteingangspforten für das Seelen- oder Geistesleben, die ihm die Natur nicht in der Vollkommenheit zuerkannt hat, wie weit unter ihm stehenden Tieren.

Aber, wie es nicht die, seinen Mitmenschen gegenüber, größere Feinheit und Vollkommenheit der Sehorgane ist, die einen Menschen zum Künstler macht, so vermag auch die geringere Entwicklung derselben ihn nicht in seiner herrschenden Stellung in der lebenden Welt zu beeinträchtigen, denn aus eigenen Mitteln, durch Erfindungen und Konstruktionen hat er sich selbst seine Sinnes-, bes. seine Sehorgane in einer Weise leistungsfähig zu machen gewußt, wie es die Natur auch in langer mühevoller Arbeit von vielen Jahrtausenden kaum fertig gebracht haben dürfte.

II.

Bericht über die gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.

Donnerstag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. A. Gutzmer-Halle a. S.

Vorträge hielten die Herren Prof. Dr. E. Wiechert-Göttingen, Prof. Dr. F. Frech-Breslau und Prof. Dr. H. Klaatsch-Breslau.

1.

Die Erdbebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik.

Von

E. Wiechert.

Hochgeehrte Anwesende!

Die Ziele der wissenschaftlichen Erdbebenforschung liegen in zwei wesentlich verschiedenen Richtungen. Zunächst will der Geologe die Vorgänge am Erdbebenherd selbst kennen lernen: er fragt nach ihrer Art, nach ihrer Bedeutung für die fortschreitende Umgestaltung der Erdrinde; er will wissen, in welchen Gebieten Erdbeben stattfinden, und sucht in dem, was heute geschieht, die Richtlinien für die Beurteilung der Vorgänge in der Vergangenheit. — Den Physiker andererseits fesselt die Art der erregten Schwingungen und ihre Ausbreitung durch den Erdkörper; er erwartet Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Erdinnern und, indem er bedenkt, daß in den Tiefen Drucke von einer Höhe herrschen, wie sie uns in den Laboratorien auch nicht entfernt zugänglich sind, wird er fragen, ob aus dem Verhalten der Erdbebenwellen sich neue Schlüsse über das Verhalten der Materie bei hohen Drucken ziehen lassen.

Neben den wissenschaftlichen Interessen gehen praktische einher. Man will erfahren, welchen Teilen der Erdoberfläche Gefahren drohen, wie die Bauwerke zu konstruieren sind, um Zerstörungen zu verhüten. Oft wird es wichtig festzustellen, ob tatsächlich eingetretene Schäden auf Erdbeben oder auf andere Ursachen zurückzuführen sind. — Ganz besonders interessiert die Frage, ob sich warnende Vorboten der Erdbeben auffinden lassen. —

Es soll heute hier die wissenschaftliche Seite der Erdbebenforschung zur Geltung kommen. Ich selbst spreche als Physiker zu Ihnen und soll auch die Mittel der Forschung in einer kurzen Über-

sicht darstellen. Herr Kollege Frech wird in einem zweiten Vortrag die geologische Seite des Problems behandeln.

Die Mittel der Forschung sind für den Geologen und den Physiker zwar in manchen Punkten verschieden, aber es besteht doch in den Hauptzügen Übereinstimmung.

Der Geologe wird zunächst danach trachten, an Ort und Stelle die Spuren des Erdbebens im Gelände zu studieren. Doch auch für ihn sind die Wellen von Bedeutung, die vom Herd in die Ferne laufen, denn sie geben Kunde von Erdbeben an Orten, welche sonst nicht oder nur sehr schwierig zugänglich sind, wie unter den Tiefen des Meeres oder in den Wüsten im Innern der Kontinente. Die registrierenden Instrumente bieten die Möglichkeit, auf Stationen im Bereiche der Kultur die Erdbebentätigkeit der ganzen Erde zu überwachen. So ist es verständlich, daß der Geologe immer größere Anforderungen stellt an die Schärfe der Ortsbestimmungen der Herde mittels solcher Registrierungen und an die Abschätzung der Stärke des Bebens. Die Hoffnung geht auch dahin, aus den Einzelheiten der registrierten Abbilder Aufschlüsse über die besondere Art der in weiten Fernen sich abspielenden Beben zu erhalten.

Der Physiker hat noch größeres Interesse an den Einzelheiten der Diagramme. Er muß Periode, Ausmaß und physikalischeArt der Erdbebenwellen beachten, wenn er Schlüsse über die Schwingungen der Erdschichten am Herd ziehen will. Er muß mit aller möglichen Schärfe die Registrierungen an verschiedenen Orten vergleichen, wenn er die Ausbreitung der Wellen im Erdinnern und ihren Weg feststellen will.

Die direkten Beobachtungen am Herd liegen nicht im Bereich meines Vortrags. Doch will ich bemerken, daß der Herd in der Regel nicht als punktförmiges Zentrum, sondern als eine Störungslinie erscheint: Ein Bruch der Erdrinde in einer Spalte hat stattgefunden. Diese Spalte ließ sich z. B. bei dem kalifornischen Erdbeben, dem im April vorigen Jahres San Francisco zum Opfer fiel, auf eine Strecke von mehreren hundert Kilometern verfolgen. — Vulkanische Ausbrüche sind zuweilen, aber nicht immer mit Erdbeben verbunden, und überhaupt läßt sich ein direkter Zusammenhang zwischen Erdbeben und dem Vulkanismus meist nicht nachweisen. Ich bin geneigt anzunehmen, daß der Hauptteil der Erdbeben jene Umlagerungen und Umwandlungen der Erdrinde begleitet, welche durch die nimmer rastende Tätigkeit des Wassers und der Atmosphäre teils direkt bewirkt, teils indirekt veranlaßt werden. Daß die Zusammenziehung der Erdschichten infolge der Abkühlung der Erde merklich mitwirkt, worin manche Autoren die Hauptursache der Zerklüftung der Erdrinde erkennen wollen, scheint mir wegen der Geringfügigkeit des Ausmaßes sehr unwahrscheinlich. Dagegen könnte eine indirekte Wirkung der

Abkühlung wohl bedeutsam sein, nämlich die Schrumpfung der glutheißen Magmaschichten unterhalb der kalten Außenrinde infolge einer durch die Abkühlung bewirkten Wasserabgabe. Man ist ja sogar geneigt, in dieser Wasserabgabe die Hauptursache für die Entstehung des Weltmeeres zu sehen. — Aber weit mehr als die allgemeine Schrumpfung werden sich wohl lokale Störungen der Magmaschicht geltend machen, welche die Auftragung und Abtragung von Erdschichten durch das Wasser und die Luft begleiten oder als Folge der besonderen Verhältnisse an den Meeresküsten sich einstellen.

Die Beobachtung der elastischen Wellen, welche vom Herd in die Ferne laufen, geschieht mit Seismoskopen, Seismometern und Seismographen. Ein Seismoskop ist ein verhältnismäßig primitives Instrument, welches nur die Aufgabe hat anzuzeigen, daß eine Erschütterung stattfand; allenfalls verlangt man die Angabe des Zeitpunktes des Beginnes. Ein Seismometer soll Einzelheiten über die Größe und den Verlauf des Bebens erkennen lassen. Zum Seismographen wird ein Seismometer, wenn es mittels eines Schreibstiftes oder eines photographischen Lichtpunktes Aufzeichnungen über den Verlauf der Erderschütterungen macht.

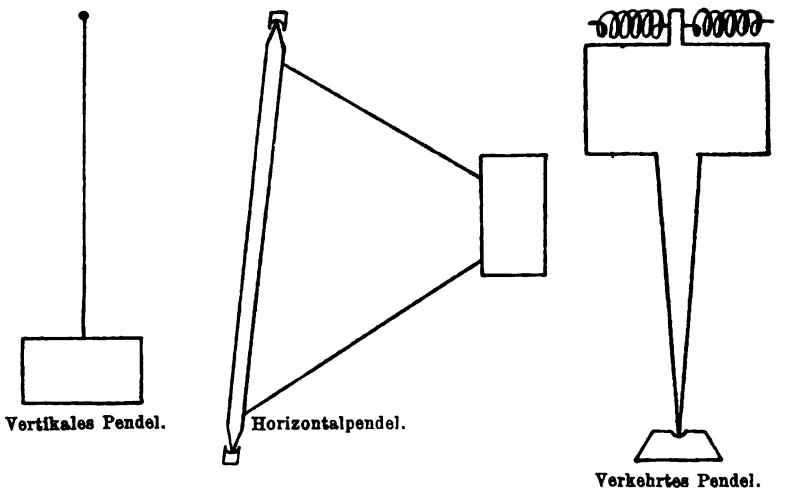
Ein Seismometer entsteht, wenn irgend ein Körper recht empfindlich aufgestellt oder aufgehängt wird und man Vorsorge trifft, daß die durch ein Erdbeben verursachten Bewegungen festgestellt werden können. Die Schwierigkeiten bei der Konstruktion bestehen in dem geringen Ausmaß der Erdbodenbewegungen fern vom Herd; sie werden um so mehr erhöht, eine je stärkere Vergrößerung man in dem Abbild verlangt.

Die vollständige Bestimmung der Erdbodenbewegungen verlangt die Kenntnis von drei Komponenten: zweier horizontaler, etwa der Nord-Süd- und der Ost-West-Komponente, und der vertikalen Komponente. So ergibt sich eine natürliche Scheidung der Seismographen in Horizontal- und in Vertikal-Seismographen.

Die Seismologen pflegen die schwere Masse, deren Relativbewegungen gegen das Gestell durch das Schreibwerk aufgezeichnet werden, die „stationäre Masse“ zu nennen. — Bei den Horizontalseismometern sind zur Aufhängung der stationären Masse vornehmlich drei Prinzipien in Gebrauch (Figur 1): 1. Das Prinzip des vertikalen Pendels. Die stationäre Masse bildet dann den Körper eines gewöhnlichen, herabhängenden Pendels. Je länger das Pendel gemacht wird, um so empfindlicher wird die Aufhängung, denn um so geringer wird die Kraft, welche die stationäre Masse bei Ablenkungen in die Ruhelage zurückführt; man merkt die wachsende Empfindlichkeit an dem Größerwerden der Eigenperiode. — 2. Das Prinzip des Horizontal-

pendels. Denken Sie sich, um dessen Wesen einzusehen, ein gewöhnliches Pendel mit recht kräftiger, zunächst horizontal gelagerter Achse. Nun werde die Achse aufgerichtet. Je steiler man sie stellt, um so geringer wird die Kraft, mit der die Pendelmasse in die Ruhelage zurückgeführt wird, um so größer wird damit auch die Schwingungsperiode. Schließlich, wenn man die Achse hinten überneigt, kann man das Pendel sogar labil machen. In der Praxis der Erdbebenpendel wird die Achse nahezu vertikal gestellt, um die Empfindlichkeit recht hoch zu machen, so daß das Pendel in einer nahezu horizontalen Ebene schwingt; so erklärt sich der Name „Horizontalpendel". — 3. Das Prinzip des „umgekehrten Pendels". Hier ist das Pendel sozusagen auf den Kopf gestellt, so daß es zunächst labil ist. Durch passend ange-

Horizontalseismometer.



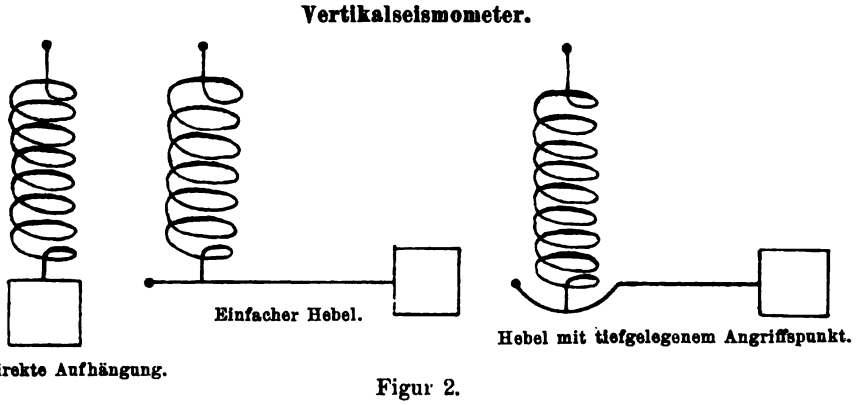
Figur 1.

brachte Federn wird es dann stabil gemacht. Indem man die Federkraft reguliert, hat man es in der Hand, die Eigenperiode, also die Empfindlichkeit, mehr oder weniger hoch zu legen.

Bei Vertikalseismometern muß man die stationäre Masse von Federn tragen lassen, um die vertikale Beweglichkeit zu erzielen (Figur 2). Da man die Federn in der Regel nicht nachgiebig genug machen kann, um den Anforderungen an Empfindlichkeit der Aufhängung zu genügen, so sieht man sich genötigt, irgend einen Kunstgriff anzuwenden, um die Empfindlichkeit zu erhöhen, man muß „astasieren". Das geschieht zum Beispiel, wenn man die stationäre Masse von der Feder nicht direkt, sondern durch Vermittelung eines horizontalen Hebels tragen läßt. Die Achse des Hebels sitzt dann an einem Ende des Hebels, das andere trägt die stationäre Masse; die Feder greift

dazwischen an. Noch mehr und beliebig hoch läßt sich die Empfindlichkeit steigern, wenn der Angriffspunkt der Feder nach unten, unter die Ebene durch Achse und Schwerpunkt gerückt wird. Es gibt noch eine Reihe anderer Methoden der Astasierung, doch ist es nicht nötig und nicht angänglich, hier näher darauf einzugehen.

Für die Empfindlichkeit des Seismometers ist die Empfindlichkeit der Aufhängung, die sich an der Höhe der Eigenperiode beurteilen läßt, noch nicht allein entscheidend. Offenbar kommt es noch darauf an, in welcher Vergrößerung die Bewegungen der stationären Masse aufgezeichnet werden. Dies hat zur Folge, daß für die Empfindlichkeit eines Seismometers 2 Größen maßgebend sind. Als eine davon können wir die Vergrößerung annehmen, in der der Apparat Erderschütterungen aufzeichnet, die im Verhältnis zu seiner Eigenperiode sehr schnell verlaufen. Ich nenne sie die „Indikatorvergrößerung" und will sie mit V bezeichnen. Bei Erdbodenbewegungen, die langsam gegenüber der Eigenperiode verlaufen, kommt es auch auf diese Eigenperiode an, und zwar ergibt die mathematische Theorie, daß bei sehr langsamen Erdbodenbewegungen die Größe der Aufzeichnungen proportional mit dem Produkt VT^2 ist, wenn T die Eigenperiode kennzeichnet. Statt T^2 kann man auch die Länge L eines mathematischen Pendels nehmen, welches die gleiche Eigenperiode haben würde, denn die Länge eines solchen Pendels ist proportional mit T^2 Es gilt nämlich die Formel:



Figur 2.

$$L = \frac{g}{4\pi^2} T^2,$$

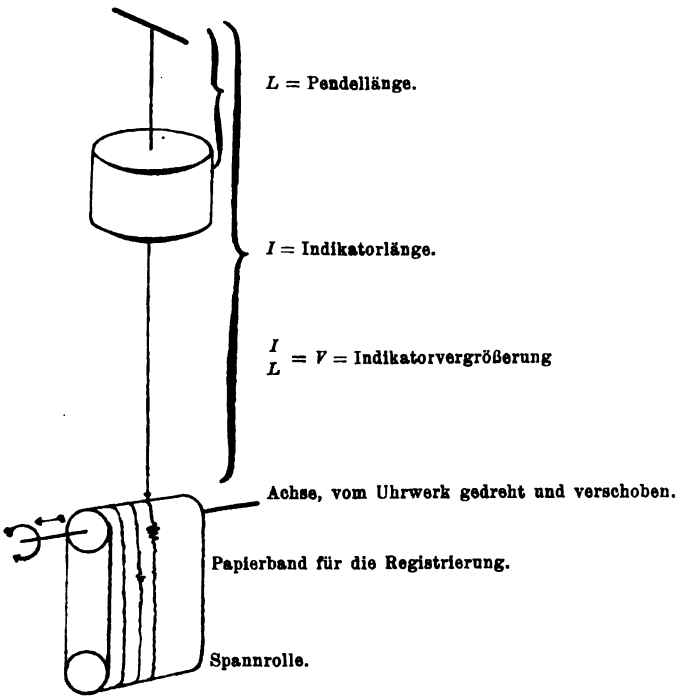
in der g die Fallbeschleunigung bedeutet. Als Maß für die Empfindlichkeit bei sehr langsamen Bodenbewegungen hätten wir hiernach auch das Produkt VL. Es bedeutet eine Länge — ich will sie mit I bezeichnen:

$$I = VL$$

und „Indikatorlänge“ nennen —, die bei Horizontalseismometern eine sehr anschauliche Bedeutung hat: sie gibt die Länge eines einfach herabhängenden Zeigers an, der bei Neigungen des Gestelles eben dieselben Ausschläge geben würde wie das Seismometer. Demgemäß ist $E = 1/206000\ I$ der Ausschlag des Instrumentes für eine Bogensekunde Neigung.

Ich möchte hier noch die Bemerkung einschalten, daß ein jedes Horizontalseismometer, wie kompliziert immer auch seine

Schema der Horizontalseismographen.



Figur 3.

Konstruktion sein mag, sich doch den Erdbodenbewegungen gegenüber gerade so wie ein einfaches Pendel von der Länge L verhält, das einen Zeiger von der Länge I besitzt (Figur 3). — Sie werden vielleicht fragen, warum man dann die komplizierten Konstruktionen überhaupt anwendet und nicht stets ein einfaches Pendel als Vorbild nimmt. Darauf ist zu antworten, daß dieses aus praktischen Gründen nicht angeht. Mein Horizontalseismograph mit einer stationären Masse von 1000 kg entspricht in der gewöhnlichen Regulierung einem einfachen Pendel von 36 Meter Länge mit einem Pendelkörper von 1000 kg und einem Zeiger von 7200 Meter Länge.

Sie werden leicht begreifen, daß es unmöglich wäre, ein solches Instrument herzustellen und mit ihm zu arbeiten, so einfach auch der zugrunde liegende mathematische Gedanke ist. Das Einfache ist eben nicht in allen Fällen auch das Praktische.

Sind V und T oder — was auf dasselbe hinausläuft — V und I, oder V und E bekannt, und weiß man, wie groß die Reibung im Gehänge und wie groß die Dämpfung der Schwingungen ist, so sind alle Daten beisammen, um aus den Ausschlägen des Instrumentes durch die Rechnung auf die Bewegung des Bodens zu schließen. Der Zusammenhang wird durch eine Differentialgleichung 2. Ordnung vermittelt. Nach dem Gesagten werden Sie erkennen, daß für sehr schnell verlaufende Bodenbewegungen die Indikatorvergrößerung V, bei sehr langsamem Verlauf die Indikatorlänge I entscheidend ist; dazwischen kommen beide Größen zur Geltung. „Schnell" und „langsam" sind hier gegenüber der Eigenperiode des Instrumentes zu beurteilen. So wird verständlich, daß je nach der Lage der Eigenperiode das Instrument mehr die kleinen Perioden in dem Erdbeben oder mehr die großen bevorzugt. Schwingt das Instrument ungedämpft, und liegt seine Eigenperiode im Bereich der Perioden bei dem Erdbeben, so wird es durch Resonanz besonders stark auf seine Eigenperiode reagieren. Das erhöht zwar unter Umständen sehr seine Empfindlichkeit, ist aber höchst störend, wenn ein klares Urteil über den Verlauf der Erderschütterungen gewünscht wird, denn das übermächtige Auftreten der Eigenperiode läßt nichts anderes deutlich zur Geltung kommen. Die Instrumente, welche zum Studium der Erdbebenwellen dienen sollen, müssen daher eine starke Dämpfung erhalten, wenn man nicht die Periode sehr hoch (1 Minute und darüber) oder sehr niedrig (1 Sekunde und darunter) legen kann, was meist aus technischen Schwierigkeiten nicht angängig ist. —

Ich sagte vorhin, daß die Registrierung der Erdbebenwellen sehr hohe instrumentelle Anforderungen stellt. Dies wird hervortreten, wenn ich nun einige Angaben über die Empfindlichkeit der Instrumente mache, die für den praktischen Gebrauch in Betracht kommen.

Handelt es sich um die Aufzeichnung der großen Weltbeben, so ist eine Neigungsempfindlichkeit $E = 1$ mm für 1 Bogensekunde, entsprechend einer Indikatorlänge I von 200 Meter, nur noch in besonderen Fällen hinreichend, man muß $E = 5 - 50$ mm, entsprechend $I = 1000$ bis 10000 Meter erstreben. Eine Indikatorvergrößerung V von nur 10 ist nur noch bei ganz großen oder verhältnismäßig nahen Beben zureichend, man muß 50 oder 100 oder 200 erstreben. In den kleinen Erdbeben, wie sie in Mitteleuropa auftreten, zeigen sich hauptsächlich sehr kurze Perioden (höchstens ein paar Sekunden) und sehr geringe Bewegungen. Will man diese in einigen Hundert Kilometer Entfernung noch registrieren, so findet man, daß selbst eine 200 fache Vergrößerung noch

wenig befriedigend oder ganz ungenügend ist. Ich habe deshalb in Göttingen für diese Erdbeben noch ein besonderes Instrument aufgestellt, das 2100 mal vergrößert.

Die Erzielung hoher Empfindlichkeit ist bei photographischer Registrierung sehr viel leichter als bei mechanischer, denn die Lichtstrahlen sind und bleiben auch bei der Bewegung schön geradlinig, zeigen keine Trägheit und veranlassen keine Reibung. Daher kommt man mit zierlichen und einfach gebauten Instrumenten aus. So ein photographierendes Horizontalpendel wiegt nur 20—100 Gramm, ist kaum 20 cm lang; es hat ja nur den Hohlspiegel zu tragen, der den Lichtpunkt auf dem photographischen Papier zeichnet. Aber leider ist der photographische Betrieb sehr teuer, so daß er im allgemeinen Spezialfällen vorbehalten bleiben muß. — Bei der mechanischen Registrierung muß man die Vergrößerung durch Hebel erreichen und hat so mit der Reibung in den Gelenken, am schreibenden Stift und mit dem Trägheitswiderstand der Hebel zu kämpfen. Man sieht sich genötigt, die stationäre Masse groß zu machen, um so größer, je höhere Anforderungen man an die Empfindlichkeit, vor allem an die Indikatorvergrößerung stellt. Im großen und ganzen ist die stationäre Masse etwa proportional mit dem Quadrat der Indikatorvergrößerung zu wählen. Bei 200facher Vergrößerung scheint eine Masse von 1000 kg nicht zu hoch, selbst wenn man die Kurven, wie es fast durchweg üblich ist, mit feinen Spitzen in die Rußbedeckung von angeschwalchtem Papier einritzen läßt, was eine nur sehr geringe Reibung — kaum 1 Milligramm — ergibt. Für das 2100fach vergrößernde Instrument, von dem ich vorhin sprach, wählte ich die Masse so groß, als ich sie im Göttinger Erdbebenhaus irgend unterbringen konnte: 17000 kg. Sie wird dargestellt durch einen Eisenzylinder von 2 Meter Höhe und 2 Meter Durchmesser, der mit Schwerspat gefüllt ist und als ein gewöhnliches Pendel an ca. 2 Meter langen Eisenstäben hängt. — Sie werden aber begreifen, daß es sich schon bei kleineren Instrumenten, wo die Masse 100—1000 kg beträgt, um recht stattliche Instrumente handelt, und daß es einige Mühe machen wird, die Reibung in den Gelenken genügend herabzusetzen. Dazu kommt, daß es bei der hohen Empfindlichkeit nötig ist, die Apparate mit größter Sorgfalt gegen äußere Störungen zu schützen. Bei den Vertikalinstrumenten tritt zu allen übrigen noch die außerordentliche Temperaturempfindlichkeit der tragenden Federn hinzu. So ist es keineswegs leicht, hoch empfindliche Instrumente zu bauen, und keineswegs leicht, sie so zu behandeln, daß sie auch wirklich ihre volle Leistungsfähigkeit entfalten können.

Über die Apparate, welche heute hauptsächlich in Gebrauch sind, werde ich sogleich noch einige Worte sagen, zuvor aber will ich von der Organisation der Erdbebenforschung berichten. Damit die Zeit nicht zu kurz wird, schicke ich schon jetzt diese Mappe herum, die

Ihnen getreue Kopien von Erdbebenregistrierungen zeigt. Teils sind es direkte Kontaktkopien, teils Vergrößerungen mittels der Photographie.[1]) Die Originale waren Papierbänder von 90 oder 180 cm Länge, zu Ringen zusammengeklebt, auf der Außenseite berußt. Vom Uhrwerk wurden sie vorwärts bewegt und zugleich ein wenig seitlich verschoben, so daß von den Schreibstiften Spirallinien gezeichnet wurden (Figur 3, S. 8). Später wurde der Ruß mit Schellacklösuug fixiert und der Papierring wieder aufgeschnitten. So sehen Sie nun eine Reihe von Linien über einander; jede bedeutet ein Stück einer der Windungen, die der Schreibstift eingeritzt hatte. Es schließt sich also zeitlich Linie an Linie, gerade so wie die Zeilen in einem Buch. — Die Minutenlänge ist bei den verschiedenen Bildern verschieden, bei dem Bild des Bebens vom 19. III. 1906 (Figur 4) zum Beispiel ca. 1 cm — der Fortschritt um 1 cm längs den Kurven bedeutet also hier jedesmal ein Zeitintervall von 1 Minute; eine Stunde wird durch ca. 60 cm dargestellt, Unten haben Sie Bilder eines rheinischen Bebens (Figur 5), und zwar sowohl von den Instrumenten mit 100—200facher Vergrößerung, als auch von dem 17000 kg-Pendel. Da werden Sie dessen gewaltige Überlegenheit bemerken. Es hat noch sehr detailreiche Aufzeichnungen geliefert, während man in den Linien der anderen Instrumente nur kleine Knötchen als Spuren des Bebens bemerkt. Rechts unten (Figur 6) sehen Sie die Registrierung der Explosion eines Forts bei Besançon in 600 km Entfernung von Göttingen durch das 17000 kg-Pendel.

Bei den Kurven des 17000 kg-Pendel wird Ihnen auffallen, daß sie zum Teil sehr regelmäßig gewellt sind. Die Ursache sind die Maschinen des städtischen Elektrizitätswerkes in Göttingen, deren Erschütterungen trotz der Entfernung von $2^1/_2$ Kilometern noch gut aufgezeichnet werden. Wir sind oben auf dem Hainberg imstande, den Betrieb des Elektrizitätswerkes recht genau zu kontrollieren, wissen, wann Mittagspause war, und welche Maschinen liefen. — Bei photographischer Registrierung lassen sich noch weit empfindlichere Seismographen bauen. Ich habe in Göttingen einen, der 50000fach vergrößert. Auf dem Sandboden des Kruppschen Schießplatzes bei Meppen zeigte er den Schritt eines Menschen in 100 Meter Entfernung; Wagen wurden noch in mehreren 100 Meter registriert; sogar der Pulsschlag meines Herzens machte sich bemerkbar, wenn ich in der Nähe auf dem Boden lag nnd mich in etwas unbequemer Lage mit der Hand auf dem Boden stützte. — Ob es für ein solches Instrument wohl überhaupt völlige Ruhe auf unserer lieben Erde mit ihren Stürmen, ihren Meereswogen, ihrem Menschengetriebe gibt? Wohl schwerlich! — Noch vor $1^1/_2$ Wochen

1) Bei den hier auf besonderer Tafel beigefügten Reproduktionen ist nur das Diagramm des Bebens vom 19. III. 1906 in Originalgröße wiedergegeben. Alle anderen Abbildungen sind in $4^1/_2$—5facher Vergrößerung der Originale dargestellt.

stand das Instrument auf der Insel Helgoland schön geborgen in den unterirdischen Befestigungen der Insel im Felsen selbst. Da merkte ich bei stiller See und als die Menschen aus der Nachbarschaft entfernt waren, eine Ruhe, die mich ganz wundersam berührte, nachdem ich den Lichtpunkt des Instrumentes auf dem Festland habe tanzen sehen. Aber doch waren fortwährende leichte Bewegungen vorhanden, und hin und wieder zuckte der Lichtpunkt nervös ein wenig hin und her. —

Auch die Organisation des Erdbebenbeobachtungsdienstes ist eines der Mittel der Erdbebenforschung. In den verschiedenen Ländern finden wir sehr verschiedene Verhältnisse. Hier besteht eine feste staatliche Organisation, dort wird sie durch eine gelehrte Körperschaft geboten; dann wieder finden wir gar keinen Zusammenschluß oder staatliche Einrichtungen neben privaten. In Japan z. B. besteht ein staatliches System, in England vereinigt die „British Association for the Advancement of Science" alle Bestrebungen. In Italien gibt es staatliche Stationen, die dem Meteorologischen und Geodynamischen Institut in Rom unterstellt sind, aber auch Stationen, die für sich allein stehen. In Deutschland sind jetzt wohl alle Stationen mit staatlichen Instituten verbunden, doch besteht eine ziemliche Freiheit.

Im ganzen geht überall das Bestreben dahin, die Organisation im Interesse der Forschung straffer zu machen; man schließt sich notgedrungen zusammen. Viele, ja die meisten Probleme der Erdbebenforschung lassen sich eben nur behandeln, wenn die Arbeiten verschiedener Stationen vereinigt werden. So ist klar, daß man zum Beispiel nur so die Ausbreitung der Wellen über die Erdoberfläche im einzelnen verfolgen kann. Dieser Gedanke hat schon in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts den Wunsch nach dem Zusammenschluß aller Seismologen rege gemacht. Der deutsche Privatdozent v. Rebeur-Paschwitz gab ihm Ausdruck in einem Aufruf zur Gründung einer internationalen seismologischen Gesellschaft, der dem Geographentag in London 1895 vorgelegt wurde und den Beifall und die Unterschrift einer großen Zahl von Forschern fand. v. Rebeur-Paschwitz hatte Ende der achtziger Jahre ein photographierendes Horizontalpendel konstruiert, welches an Empfindlichkeit alle damaligen Seismographen weit übertraf; er wies nun in beredten Worten darauf hin, daß ein Netz von Erdbebenstationen auf der Erde die Festlegung des Weges der Erdbebenwellen durch den Erdkörper und damit den Angriff einer Reihe von außerordentlich wichtigen Fragen über die Beschaffenheit des Erdinnern möglich machen würde. — Sein Leben ging leider zu Ende, noch bevor der Aufruf zur Geltung kam; die von ihm angeregte Agitation aber wurde weiter geführt. Ihrer hat sich vor allem mit unermüdlichem Eifer Professor Dr. G. Gerland in Straßburg angenommen. Er erreichte es, daß das Reich und Elsaß-Lothringen ge-

meinsam in Straßburg eine Hauptstation für Erdbebenforschung gründeten, die bestimmt ist, einen Vereinigungspunkt für die deutsche Forschung und einen Stützpunkt für die internationalen Bestrebungen zu gewähren. Der Straßburger Station ist ein „Kuratorium" beigesellt, welches außer Vertretern der Regierung die Mehrzahl der deutschen Seismologen umfaßt. Alljährlich versammelt es sich in Straßburg, um die Interessen der Straßburger Station, aber auch diejenigen der deutschen Seismologie überhaupt zu beraten und zu vertreten.

Prof. GERLAND brachte es mit Unterstützung durch die Reichsbehörden zustande, daß in Straßburg die beiden ersten internationalen Kongresse für Erdbebenforschung zusammentraten, 1901 und 1903. Hier wurden wissenschaftliche Fragen behandelt, vor allem aber auch die Grundlage für eine internationale seismologische Vereinigung geschaffen. Diese selbst kam im wesentlichen in einer Versammlung von Delegierten der Kulturstaaten in Berlin 1905 zustande, und zwar ist eine „seismologische Assoziation der Staaten" gegründet worden. Die Staaten verpflichten sich, die seismologische Forschung in den heimatlichen Grenzen zu unterstützen; sie geben für gemeinsame Unternehmungen, Ausrüstung von Stationen, Herstellung von Katalogen, von Kartenwerken usw. recht erhebliche Beiträge, die sich nach der Bevölkerungszahl richten. Deutschland zahlt 3200 Mark jährlich Für die Ausführung dieser gemeinsamen Arbeiten hat in erster Linie ein „Zentralbureau" der Assoziation zu sorgen, das zur Zeit mit der Straßburger deutschen Hauptstation unter GERLANDS Leitung verbunden ist. Die Assoziation besitzt eine „Permanente Kommission", bestehend aus Delegierten der Staaten und dem Direktor des Zentralbureaus. Ihre erste Zusammenkunft hat in Rom im Oktober vorigen Jahres stattgefunden. Die zweite wird am Sonnabend dieser Woche im Haag stattfinden; sie nötigt mich, die Naturforscherversammlung noch heute zu verlassen. In Zukunft soll die permanente Kommission in der Regel alle zwei Jahre zusammentreten. Zu den Versammlungen der permanenten Kommission treten „Generalversammlungen", die einen größeren Kreis von eingeladenen Gästen umfassen. Jetzt im Haag wird die erste dieser Generalversammlungen stattfinden.

Sie sehen, daß man in der Seismologie äußerst tatkräftig vorgeht. — Es gibt heute schon ca. 126 Stationen mit registrierenden Erdbebenmessern. Fast die Hälfte davon gehört dem englischen Netz an, das über die ganze Erde ausgedehnt ist. Allen diesen englischen Stationen ist ein Instrument gemeinsam, welches von J. MILNE konstruiert wurde. Es stellt ein allerdings ziemlich unempfindliches photographierendes Horizontalpendel vor (E = ca. $2^1/_2$ mm, V = ca. 7) und hat keine Dämpfung; aber es ist sehr leicht zu bedienen und genügt, um bei größeren Erdbeben den Herd mit einiger Annäherung zu lokalisieren. — Vielfach verbreitet sind hochempfindliche photographierende Horizontal-

pendel, welchen das berühmte Instrument von v. Rebeur-Paschwitz als Vorbild gedient hat. In Italien hat man vertikale Pendel mit Massen bis zu 500 kg und Übersetzungen bis zu V = 160 (Vicentini) gebaut; die Länge der Aufhängung erreicht in Catania 20 Meter. Auch Horizontalpendel mit großer Masse hat man in Italien (z. B. von Cancani). An vielen Orten auf der Erde arbeitet ein mechanisch registrierendes Horizontalpendel, dessen Type in Japan (Omori) festgestellt wurde; besonders die in Straßburg gegebene Form hat Verbreitung gefunden („Straßburger Schwerpendel"). — Ich selbst habe mich bemüht, Konstruktionen zu suchen, die hohe Empfindlichkeit mit Klarheit der Bilder vereinigen. Mein sogenanntes „astatisches Pendel", das auf einer ganzen Anzahl von Stationen aufgestellt ist, ist ein umgekehrtes Pendel mit einer stationären Masse von ca. 1000 kg, das eine Luftdämpfung besitzt, ca. 200 mal vergrößert und eine Neigungsempfindlichkeit von ca. 30—40 mm hat. Es ist wohl das empfindlichste mechanisch registrierende Horizontalseismometer, das im Gebrauch ist, abgesehen von dem Göttinger 17000 kg-Pendel. Vertikalseismometer gibt es leider nur sehr wenig. Am verbreitetsten ist ein Instrument von Vicentini, das aber nur geringe Empfindlichkeit besitzt. Ein hochempfindliches photographierendes Instrument steht in Jena, ein anderes in Göttingen; ein hochempfindliches mechanisch registrierendes Vertikalseismometer besitzt jetzt nur Göttingen (stationäre Masse 1300 kg); doch werden nach den Göttinger Vorbildern nun an mehreren Orten Vertikalseismographen aufgestellt.

Es wird Sie interessieren, zu erfahren, welche Stationen wir zur Zeit in Deutschland besitzen; ich will sie aufzählen, vom Südwesten beginnend: Freiburg, Straßburg, Karlsruhe, Stuttgart, München, Darmstadt, Heidelberg, Jena, Leipzig, Plauen, Aachen, Göttingen, Potsdam, Hamburg, Helgoland. Weitere Stationen sind im Entstehen, darunter ist die Breslauer Station fast fertig. — Ganz besonders wichtig ist, daß Deutschland mitten im Stillen Ozean auf den Samoa-Inseln eine Station mit einem hochempfindlichen Horizontalseismographen (stationäre Masse 1000 kg) besitzt: in dem geophysikalischen Observatorium in Apia („Samoa-Observatorium"); in nächster Zeit wird dort auch ein Vertikalseismograph (stationäre Masse 80 kg) aufgestellt werden. Welche Wichtigkeit die Station schon jetzt für die Erdbebenforschung gewonnen hat, werden Sie sogleich erfahren. Ich habe die Freude, einen früheren Observator, Dr. Linke, unter meinen Zuhörern zu sehen. — Eine weitere Kolonialstation in Dar-es-salam, Südafrika, wird begründet, vielleicht hat sie in diesem Augenblick ihre Tätigkeit schon aufgenommen. Wir hoffen nicht nur, sondern wir haben auch, dank dem Eintreten der Behörden des Reiches, die Gewähr, daß noch weitere Stationen außerhalb des Mutterlandes entstehen werden. Besondere Bedeutung wird für das weite Gebiet des erdbebenreichen Stillen Ozeans die Station ge-

winnen, welche die Marineverwaltung in Kiautschau zu errichten gedenkt.

Es bleibt mir nun noch meine letzte Aufgabe für heute: Ich habe darüber zu berichten, was man schon jetzt aus den Erdbebenbeobachtungen in physikalischer Hinsicht hat folgern können. Leider bin ich genötigt, mich kurz zu fassen, nur das Wichtigste kann zur Sprache kommen.

Sehen wir zunächst einmal zu, was die Erdbebendiagramme direkt erkennen lassen.

Vor dem Erdbeben schrieb der Indikator des Seismographen ruhig seine gerade Linie. Plötzlich zeigt er eine Ausweichung an: den Beginn des Bebens. Unruhig sind seine Bewegungen, Zacken wechseln mit Zacken ab, längere Folgen von Wellen werden aufgezeichnet; meist findet man gleichzeitig kurze und längere Perioden, 1 Sekunde und darunter, 5 oder 10 Sekunden und darüber. So geht es eine oder mehrere Minuten, bis 10 und darüber, dann setzen, wiederum meist plötzlich, erheblich stärkere Bewegungen ein, in denen meist die längeren Perioden, 10 Sekunden und mehr, vorherrschen. Wir hatten zunächst die „ersten Vorläufer" vor uns, nun sind die „zweiten Vorläufer" angekommen. Nach einiger Zeit, nach einigen Minuten oder 10 Minuten und darüber beginnen sich noch längere Perioden von 20, 30, selbst von 60 Sekunden bemerkbar zu machen: es nahen die Hauptwellen. Die Periode in ihnen sinkt rasch auf 10 bis 20 Sekunden, die Ausschläge des Instruments nehmen dabei stark zu, bei großen Beben kommt es vielleicht dahin, daß die Schreibstifte heftig gegen die Hemmung schlagen, oder — wenn nicht gut Vorsorge getroffen ist — wohl gar abgeworfen werden. Dann vermindern sich die Ausschläge allmählich wieder, immer zeitweilig stärker und schwächer werdend, während die Periode ziemlich konstant wird. Die letzten Nachläufer sind vielleicht nach Stunden noch bemerkbar. Je ferner der Herd des Bebens war, um so mehr streckt sich das ganze Bild in die Länge; je näher es war, um so schneller folgen die Phasen auf einander; ganz nahe am Herd, in 500 Kilometer und darunter lassen sich die zweiten Vorläufer von den Hauptwellen nicht mehr trennen; nur noch die ersten Vorläufer gehen voraus, und diese bei Beben in nächster Nähe nur um Sekunden. — Sie sehen aus dieser Darlegung, daß aus dem Anblick des Diagramms der Sachkundige sogleich auf die Entfernung des Bebenherdes schließen kann. Unter günstigen Umständen können wir eine Genauigkeit von 100 Kilometern erreichen, und zwar selbst bei Beben in vielen tausend Kilometern Entfernung.

Die Richtung nach dem Herd ist nicht so leicht festzustellen, wenn die Aufzeichnungen nur von einer Station vorliegen; sobald man aber die Bilder mehrerer Stationen vergleicht und auf die Eintrittszeiten achtet, oder — wenn die Stationen weit auseinander liegen —

auch nur auf die sich ergebenden verschiedenen Entfernungen, so kann man die Lage des Herdes mit großer Schärfe feststellen.

Was bedeuten die verschiedenen Phasen? Zieht man das Vertikalseismometer zu Rate, so zeigt sich, daß die ersten Vorläufer longitudinale, die zweiten Vorläufer transversale Wellen sind. Beachtet man ferner, daß die Zeiten, in denen die Wellen entfernte Stationen erreichen, nicht einfach proportional sind mit der auf der Erdoberfläche gemessenen Entfernung vom Herd, so folgt, daß sowohl die ersten, als auch die zweiten Vorläufer sich durch die Tiefen des Erdkörpers ausbreiten. Auch der Vergleich der Aufzeichnungen des Vertikalseismometers mit denen des Horizontalseismometers führt zu demselben Schluß: Es ergibt sich nämlich, daß die Wellen um so mehr „von unten herauf" kommen, je weiter die Station vom Herd entfernt ist.

Ganz anders steht es um die Hauptwellen. Hier ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit, längs der Erdoberfläche selbst gemessen, in allen Entfernungen vom Herd dieselbe, ebenso das Verhältnis der vertikalen zu den horizontalen Bewegungen. So müssen wir folgern, daß die Hauptwellen wie die Meereswogen längs der Oberfläche laufen. Es gibt zwei verschiedene Arten der Hauptwellen. Bei der einen, die etwas schneller läuft, finden die Schwingungen horizontal statt, quer zur Fortschreitungsrichtung, bei der anderen sind vertikale und horizontale Bewegungen vereinigt; die horizontalen Bewegungen geschehen hier in der Fortschreitungsrichtung. Die physikalische Bedeutung der zweiten Art hat Lord Rayleigh festgestellt. Wir haben hier Oberflächenwellen ähnlicher Art vor uns, wie sie z. B. auch bei der Totalreflexion des Lichtes stattfinden. Zur Erklärung der Hauptwellen erster Art, die noch von jedem der Herren aufgefunden wurden, welche die Göttinger Erdbebenkurven bearbeiteten, vermag ich keine andere Annahme zu finden, als daß es sich um reine Transversalwellen handelt, die in einer durch sehr nachgiebiges Magma vom Kern der Erde abgetrennten Rinde sich ausbreiten. Die Eisbedeckung eines Sees müßte ähnliche Wellen zeigen.

Wir dürfen uns aber das Magma nicht völlig flüssig denken, denn dann könnten die transversalen Wellen der zweiten Vorläufer nicht hindurchgehen, wie sie es nach den soeben dargelegten Erfahrungen tatsächlich tun. Anzunehmen ist nur eine erheblich größere Nachgiebigkeit gegen Formveränderungen als in der darüber liegenden festen Erdrinde.

Hier erhebt sich die wichtige Frage nach der Tiefe, in der die Grenze der Magmaschicht unter uns zu suchen ist. Es darf wohl vermutet werden, daß sie an eine Temperatur der Erdschichten gebunden ist, in der wasserhaltige Gesteine weich werden. 1000° C. mag hierbei wohl ungefähr die Größenordnung angeben. Da die Tem-

peratur in den uns zugänglichen Schichten der Erdrinde nach innen hin auf einen Kilometer um 20°—40° C. anwächst, ist also auf eine Tiefe von 25—50 Kilometer zu schließen.

Dieser Schätzung haften nun freilich sehr große Unsicherheiten an. In der Tat habe ich sie auch nur einleitend Ihnen vorgeführt und will nun darauf hinweisen, daß es eine andere Erscheinung gibt, die uns sicherere Grundlagen für ein Urteil über die Dicke der Erdrinde bietet. Es handelt sich um eine Erscheinung, die auch an sich schon unsere besondere Aufmerksamkeit herausfordert: um die Schwingungen in den Erdbebenwellen. In den Erdbebendiagrammen bemerkt man allerdings auch stoßartige Bewegungen, aber im großen und ganzen herrschen doch in sehr auffallender Weise Schwingungsreihen von bestimmten Perioden vor. Oft folgen nur wenige Schwingungen auf einander, manchmal aber viele hunderte, selbst tausende. Insbesondere die Hauptwellen bestehen fast immer aus Schwingungen, wobei nach dem Ablauf der kurzen einleitenden Phase mit abnehmender Periode eine bestimmte Periode vorherrscht. Aus dem Auftreten der Schwingungen müssen wir offenbar schließen, daß bei den Erdbeben bestimmte Erdschichten zu Eigenschwingungen angeregt werden, die dann allmählich abklingen.

Oft werden es oberflächliche Schichten sein, Sandschichten usw., die leicht beweglich sind. Dabei sind kurze Perioden zu erwarten, Perioden von 1 Sekunde und darunter oder von einigen wenigen Sekunden. Neben diesen kürzeren Perioden treten aber auch längere auf, und zwar zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, daß in den ganz großen Weltbeben die nach der einleitenden Phase sich einstellende Periode stets nahe gleich groß ist, wo und wann auch das Erdbeben auf der Erde stattfinden mag. Die Periode liegt nämlich etwa in den Grenzen 16 und 20 Sekunden, wobei ein Wert von 17 bis 18 Sekunden am meisten auftritt. Es liegt hier der Schluß sehr nahe, daß wir es mit der „Grundschwingung" der Erdrinde am Herd zu tun haben.

Bei dieser Grundschwingung gibt es eine einzige „Knotenfläche" in der Erdrinde, das heißt eine einzige Fläche, die in Ruhe bleibt; sie liegt in halber Höhe zwischen der oberen und der unteren Grenze. Im übrigen gehen die Schichten der Erdrinde horizontal hin und her, und zwar oberhalb der Knotenfläche jederzeit in entgegengesetzter Richtung wie unterhalb. Die stärksten Bewegungen finden sich an der oberen und der unteren Grenze. — Bei den „Oberschwingungen" müssen 2, 3 und mehr Knotenflächen auftreten; die Periode umfaßt dann $^1/_2$, $^1/_3$ und kleinere Bruchstücke der Periode bei der Grundschwingung. Man findet in den Erdbebenregistrierungen vielfache Anzeichen dafür, daß auch diese Oberschwingungen auftreten. — Die Dicke der Erdrinde bildet bei der Grundschwingung gerade eine halbe Wellenlänge der transversalen Wellen gleicher Periode. Ist also T die Periode,

D die Dicke der Erdrinde, v die Geschwindigkeit der transversalen Wellen, so muß $D = v\frac{T}{2}$ sein. Nach den Beobachtungen liegt v etwas unterhalb 4 Kilometer in 1 Sekunde. Die Perioden, die in den Hauptwellen der Weltbeben, abgesehen von der einleitenden Phase, vorkommen, variieren, wie ich vorhin angab, etwa zwischen 16—20 Sekunden; so hätte denn die Erdrinde in jenen Gegenden der Erde, aus welchen wir die Weltbeben erhalten, eine Dicke zwischen 30 und 40 Kilometer. Wie Sie sehen, sind das Zahlen, die mit unseren Vermutungen auf Grund der Betrachtung der Temperaturverhältnisse vortrefflich zusammenstimmen.

Nun wird freilich zugegeben werden müssen, daß auch die zweite Methode der Schätzung der Dicke der festen Erdrinde keineswegs ohne Bedenken ist. Es darf ja vorläufig nur als eine Vermutung gelten, daß die hohen Perioden in den Hauptwellen der Weltbeben der Grundschwingung der Erdrinde zugehören. Da will ich denn hier die Hoffnung aussprechen, daß es in absehbarer Zeit gelingen wird, wirklich sichere und genaue Schlüsse über die Dicke der Erdrinde sowie überhaupt über ihre Schichtung zu gewinnen. Das wird dann eintreten, wenn unsere Beobachtungen uns ein scharfes Urteil über die Ausbreitung der Erdbebenwellen in der nächsten Nachbarschaft des Herdes erlauben werden. Ich werde sogleich zu berichten haben, wie die Beobachtungen über die Ausbreitung der Erdbebenwellen in großen Fernen vom Herd es schon jetzt ermöglichen, wichtige Schlüsse über die Schichtung der Erde im tiefen Innern zu ziehen: Ebendieselben Methoden nun, die sich so schon für große Tiefen bewährt haben, stehen auch zur Verfügung zur Feststellung der Schichtung in der äußeren Erdrinde — nur fehlt leider das notwendige Beobachtungsmaterial noch ganz. Bei der hohen Empfindlichkeit, welche dem Seismometer gegeben werden kann, scheint es mir übrigens nicht unmöglich, daß man auch mit Vorteil jene künstlichen Erdbeben wird zu Hilfe nehmen können, welche im Bereich der menschlichen Machtmittel liegen.

Die Hauptwellen bleiben an der Erdoberfläche, die Vorläufer gehen hinab; wollen wir also Aufschlüsse über die Beschaffenheit des tiefen Erdinnern gewinnen, so müssen wir die Vorläufer befragen.

Selbst in den weitesten Entfernungen vom Herd gibt es erste und zweite Vorläufer, also longitudinale und transversale Wellen; hieraus folgt, daß die Erde im Innern nicht nur eine Volumelastizität, sondern auch eine Formelastizität besitzt. Das Erdinnere ist hiernach „fest" und zwar, wie wir erfahren werden, sogar sehr fest. Die Magmaschicht, von der vorhin die Rede war, kann daher nur wenig weit herabreichen.

Wäre die Geschwindigkeit der Ausbreitung der Wellen über die Erdoberfläche derart, daß die Laufzeiten vom Herd zu einem fernen Punkt überall einfach dem in der Sehne gemessenen Abstand proportional wären, so dürften wir folgern, daß die Erdbebenstrahlen geradlinige Bahnen verfolgten, daß also ihre Geschwindigkeit im ganzen Innern der Erde konstant wäre. Die Laufzeiten genügen aber nicht dem angegebenen Gesetz — weder für die ersten, noch für die zweiten Vorläufer. Es zeigt sich vielmehr, daß die weiteren Entfernungen verhältnismäßig schneller erreicht werden, als die kürzeren; also folgt, daß die Erdbebenwellen in den Tiefen der Erde schneller laufen als an der Oberfläche; hieraus ergibt sich auch, daß ihre Bahnen nicht geradlinig, sondern gekrümmt sein müssen.

Die mathematische Behandlung des Problems der Strahlen im Innern der Erde, die von verschiedenen Autoren in Angriff genommen ist — ich möchte vor allem RUDZKI und BENNDORF nennen —, zeigt, daß aus der Ausbreitung der Wellen auf der Erdoberfläche auf den Weg der Strahlen und ihre Geschwindigkeit im Innern der Erde geschlossen werden kann; Versuche dieser Art sind von MILNE, LASKA, BENNDORF und OLDHAM gemacht worden. Ich selbst habe eine praktische, sehr bequeme Methode entwickelt, mit der die Konstruktion der Strahlen und die Bestimmung der Geschwindigkeit in den Schichten der Erde leicht vorgenommen werden kann. Dr. ZOEPPRITZ leitete in Göttingen aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial möglichst zuverlässige Tabellen über die Laufzeiten ab; auf das so gewonnene Beobachtungsmaterial wandten dann ZOEPPRITZ und ich gemeinsam meine Methode der Strahlenberechnung an. Ich glaube behaupten zu dürfen, daß die so gewonnenen Resultate erheblich genauer sind, als die Abschätzungen der früheren Autoren.

Welches ist nun das Resultat der Rechnungen? Es ergibt sich, daß beide Arten der Vorläufer sich sehr ähnlich verhalten. Für beide wächst die Geschwindigkeit schnell an, wenn wir in die Erde hinein gehen. Das geht sehr gleichmäßig so fort, bis eine Tiefe von ca. 1500 Kilometer erreicht ist. Eine besonders hervortretende Zunahme der Geschwindigkeit in ca. 300 Kilometer Tiefe, wie sie von MILNE und auch BENNDORF vermutet wurde, ließ sich nicht entdecken. Bei 1500 Kilometer Tiefe hört die Zunahme plötzlich auf. Als ich im vergangenen Winter von den Rechnungen der Königlichen Gesellschaft zu Göttingen Bericht erstattete, konnte aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial für die größeren Tiefen nur geschlossen werden, daß die weitere Änderung gering sei; es schien selbst möglich, daß sie durchweg konstant wäre. Da bekamen wir von Samoa, zunächst von DR. LINKE, dann von seinem Nachfolger DR. ANGENHEISTER Berichte über Erdbeben in naher Nachbarschaft von Samoa und über die Registrierungen dieser Beben in Samoa Nun konnten Strahlen verfolgt werden, die sehr große Tiefen erreicht

haben mußten, Tiefen von ca. 3000 Kilometer unter der Erdoberfläche. Sie werden begreifen, mit welcher Spannung wir danach fragten, wie denn diese Beobachtungen sich unseren bisherigen Resultaten einfügten. Und siehe da: Die Übereinstimmung fehlte durchaus! Die Strahlen trafen in Göttingen um ca. 2 Minuten später ein, als wir erwarten mußten. Jede Erklärung durch Beobachtungsfehler war in diesen Fällen vollkommen ausgeschlossen. — Was bedeutet nun der Widerspruch? Ich habe mir recht viel den Kopf darüber zerbrochen. Besonders die Hypothese verfolgte ich, daß die Strahlen vielleicht gar nicht direkt zu uns gekommen seien, sondern daß sie zum Beispiel an der Unstetigkeitsfläche in 1500 Kilometern Tiefe innen reflektiert worden seien. Aber das Vertikalseismometer vernichtete schnell diese und ähnliche Annahmen. Es lehrte klar und deutlich, daß es sich wirklich um direkt gekommene Wellen handele. Also bleibt nun nichts anderes übrig, als der offenbar außerordentlich wichtige Schluß, daß unterhalb der Tiefe von 1500 Kilometer die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen nach dem Erdmittelpunkt wieder abnimmt. Wir müssen weitere Beobachtungen abwarten, um Genaueres über die Art dieser Abnahme zu erfahren. Vor allem wird es dabei darauf ankommen, die Erdbeben im Gebiet des Stillen Ozeans auf das sorgfältigste zu beachten, denn von dort aus kommen die Erdbeben zu uns nach Europa durch die großen Tiefen der Erde. So haben wir denn auch an der Errichtung von Erdbebenstationen im Gebiet des Stillen Ozeans, die eine genaue Festlegung der dortigen Erdbebenherde und der Eintrittszeiten der Beben gestatten, ein überaus großes Interesse.

Um ein Urteil von den Zahlenwerten zu geben, will ich mitteilen, daß die Geschwindigkeit der ersten Vorläufer an der Erdoberfläche ca. 8 Kilometer in 1 Sekunde ist. Sie steigt in 1500 Kilometer Tiefe auf ca. 13 Kilometer in 1 Sekunde, dann geht sie wohl wieder auf etwa 10 Kilometer in 1 Sekunde herab. Die Geschwindigkeit der zweiten Vorläufer beträgt an der Erdoberfläche nicht ganz 4 Kilometer in 1 Sekunde, steigt in 1500 Kilometern auf ca. 8 Kilometer in 1 Sekunde und fällt dann wohl wieder auf vielleicht 6 Kilometer in 1 Sekunde.

Was sagen uns diese Zahlen? Die ersten Vorläufer sind Longitudinalwellen, die zweiten Transversalwellen, beide zusammen lehren uns die elastischen Konstanten des Erdmaterials kennen. Wir gewinnen so ein Urteil über die Kompressibilität der Erdsubstanz. Es zeigt sich, daß diese sehr klein ist, in den Tiefen noch etwa $4\frac{1}{2}$ mal kleiner als die Kompressibilität des Stahles unter den Druck- und Temperaturverhältnissen, die uns gewohnt sind. Aus der geringen Kompressibilität ist nun sogleich zu schließen, daß die größere Dichte im tiefen Erdinnern, welche aus der bekannten mittleren Dichte der Erde und der geringen Dichte der Gesteine an der Erdoberfläche gefolgert werden muß, sich nicht, wie man wohl öfter angenommen hat, durch Kom-

pression der Erdsubstanz unter den hohen Drucken im Erdinnern erklären läßt. Es muß vielmehr unbedingt angenommen werden daß im tiefen Erdinnern Substanzen größeren spezifischen Gewichtes als an der Erdoberfläche liegen. Es liegt gewiß nahe, daran zu denken, daß von dem äußeren Steinmantel, auf dem wir leben, ein Metallkern umschlossen wird. Wir sehen auch sofort, wo seine Grenze zu suchen ist: offenbar in jener Tiefe von 1500 Kilometern, wo ein so auffälliger Sprung in dem Verhalten der Erdsubstanz gegenüber den Erdbebenwellen sich zeigt.

Damit kommen wir nun zu einem sehr bemerkenswerten Zusammenhang mit Untersuchungen über die Massenverteilung im Erdinnern, über die ich der Naturforscherversammlung 1896 in Frankfurt Bericht erstatten durfte, und die dann später in den Schriften der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften veröffentlicht wurden. Erlauben Sie mir, daß ich hier einer Erinnerung Raum gebe, die mich noch heute lebhaft bewegt. Damals in Frankfurt war die Fülle des Stoffes sehr groß, mein Vortrag in der Fachsitzung kam spät am Abend daran Die Dunkelheit brach herein. Treu hielten meine Zuhörer stand, während ich mehr und mehr im Halbdunkel meine Entwicklungen durchführte. Noch heute fühle ich tiefe Dankbarkeit, daß ich damals nicht im Stich gelassen wurde, sondern den Bericht über eine Arbeit vollständig geben durfte, die mir besonders teuer war.

Doch nun zur Wissenschaft zurück! Gibt man die Vorstellung der Kompression durch Druck auf, nimmt man eine Trennung der Erdmaterie in einen Metallkern und einen Steinmantel an, so ist die einfachste mathematische Vorstellung jedenfalls die, daß die Dichte sowohl im Steinmantel wie im Metallkern konstant sei. Auf diese Annahmen gründete ich damals meine Berechnungen, und ich zeigte, wie aus den Beobachtungsdaten zu folgern ist, daß der Steinmantel 1300 bis 1600 km dick sein müsse, und daß die Dichte des Metallkerns etwas über 8 liege: Jetzt nun zeigen die Erdbebenbeobachtungen, daß wirklich in ca. 1500 km Tiefe eine Unstetigkeitsfläche liegt. So gewinnt denn die Hypothese der zweiteiligen Erde, bestehend aus Metallkern und Steinmantel, eine mächtige Stütze. Auch die Angabe, daß die Dichte des Metallkerns etwas über 8 liege, gewinnt so an Sicherheit und damit die Folgerung, daß es sich in der Hauptsache wohl um einen Eisenkern handeln wird; denn Eisen hat die hier verlangte Dichte und ist ein Hauptbaumaterial unseres Sonnensystems. — Selbstverständlich ist die Annahme der Konstanz der Dichte im Steinmantel und im Metallkern nur als erste Annäherung an die Wirklichkeit aufzufassen. Insbesondere möchte ich darauf hinweisen, daß die Kompression, welche im Metallkern nach innen zu infolge des wachsenden Druckes eintreten muß, schon genügend scheint, um die beobachtete Abnahme der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen zu er-

klären. Man müßte dann die Elastizität als konstant ansehen. Statt dessen wäre es auch denkbar, daß sich nach innen zu Metalle mit anderer Dichte und anderer Elastizität mehr und mehr zumengen. —

Es sind nun noch vom rein physikalischen Standpunkt aus einige bedeutsame Erwägungen anzuknüpfen.

Aus den elastischen Konstanten im Innern der Erde, wie sie durch die Erdbebenbeobachtungen bekannt werden, kann man auch die Querkontraktion bei Längsdehnungen frei gedachter Stäbe berechnen; man findet für alle heute erreichbaren Tiefen Werte in der Nähe von $^1/_4$ für die sogenannte Poissonsche Konstante, das heißt für das Verhältnis der Querkontraktion zur Dehnung. Diese Zahl wird im Physiker Erinnerungen an alte Diskussionen wecken: Sie müßte sich streng ergeben, wenn die Atome nur mit Zentralkräften ausgestattet wären. Da die Abweichung von $^1/_4$ nicht groß ist, so scheint es, daß die Atome selbst unter den gewaltigen Drucken im Erdinnern, wo schon in 1500 km Tiefe $^1/_2$ Million Atmosphären erreicht wird, sich einigermaßen nahe wie Kugeln verhalten.

Sehr bemerkenswert ist die außerordentlich geringe Kompressibilität und dabei ihre verhältnismäßig geringe Variation im Metallkern. Wären die Atome als starre Kugeln anzusehen und käme die Elastizität ganz auf Rechnung der durch die Wärmebewegungen aufrecht erhaltenen Zwischenräume, so würden wir wohl die geringe Kompressibilität, nicht aber die geringe Variation im Metallkern erklären können. Es scheint so der Schluß geboten, daß die Elastizität wegen der Wärmebewegungen bei den hohen Drucken im Metallkern ganz zurücktritt gegenüber der Eigenelastizität der Atome, das heißt gegenüber jener Elastizität, die unabhängig von den Wärmebewegungen besteht. Zur Erklärung des Verhaltens der Gase hat man sich ja schon lange genötigt gesehen, eine solche Elastizität anzunehmen. — Die Frage, ob diese Elastizität sich durch einen elastischen Widerstand gegen die Formänderungen erklärt oder ihre Ursache in Zentralkräften findet, kann hier offen gelassen werden.

Dem Physiker wird auffallen, daß an der Unstetigkeitsgrenze, die als Übergang vom Gestein zum Metall gedeutet wurde, kein Sprung in der Wellengeschwindigkeit selbst gefunden worden ist. Ein Sprung mag ja wohl da sein, ist aber jedenfalls nur klein, da er sich der Beobachtung bisher entzieht. Ein wenig bedenklich gestimmt und der Zukunft die Entscheidung überlassend, möchte ich die Bemerkung wagen, daß vielleicht eine tiefgehende Erklärung zu suchen ist: Vielleicht ist die elastische Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Atome im großen und ganzen proportional mit ihrer Masse. Diese Hgpothese, für die auch manches andere spricht, und deren weitere Prüfung ich versuchen will, liegt nicht fern, wenn man bedenkt, daß das Atomvolumen selbst ja im großen und ganzen mit der Masse nichf zunimmt. Je schwerer

also ein Atom ist, um so mehr Masse ist mit ihm auf einen im großen und ganzen gleichen Raum zusammengedrängt.

Ich bin zum Schluß gekommen. Die mir gestellte Aufgabe dürfte ich als erfüllt ansehen, wenn Ihnen meine Ausführungen gezeigt haben, daß in hohem Maße bedeutungsvolle Aufgaben der Geophysik und der Physik die Materie mit der Erdbebenforschung verknüpft sind. Bei der Bearbeitung dieser Fragen stehen wir noch ganz im Anfang, so viele Mühe man auch schon aufgewandt hat; aber machtvoll strebt die ganze Wissenschaft vorwärts, und ein wenig hat die Ernte schon begonnen. Mit Spannung müssen wir erwarten, welche Früchte uns weiter beschert sein werden.

2.

Die Erdbeben in ihrer Beziehung zum Aufbau der Erdrinde.

Von

Fritz Frech.

I.

Man glaubte lange Zeit, daß die Erde ihre Sturm- und Drangperiode endgültig überwunden habe, und daß in den Gebirgen, d. h. in den emporgewölbten Zonen der Oberfläche unseres Planeten, nur noch die letzte Nachwirkung ehemaliger Massenbewegungen fühlbar sei. Die Erdbeben stellen — so meinte man — hier wie auf dem Grunde des Ozeans nur das letzte Nachklingen gewaltiger Ereignisse dar, seien aber nicht mehr imstande, ihrerseits merkbare Verschiebungen des Felsgerüstes hervorzurufen. Vielmehr kehre der bewegte Teil des Erdgerüstes wieder in seine Lage zurück. Ältere Nachrichten über Hebungen der Küsten Südamerikas schienen zu wenig verbürgt oder zu allgemein gehalten, um Glauben zu verdienen. Eine genau beobachtete Ortsveränderung in Neuseeland schien einem vulkanischen Zentrum anzugehören, also den räumlich wenig ausgedehnten Bodenbewegungen des sogenannten Serapeums bei Pozzuoli zu entsprechen.

Jedoch wurde schon 1891 nach dem großen zentraljapanischen Erdbeben in der Gegend von Midor eine mehrere Meter betragende Verschiebung sowie ein gleichzeitiger, 6 Meter messender Abbruch in einer neu erbauten Kunststraße gemessen und photographiert.

Daß jedoch die Erdbeben nicht nur die letzten Nachwirkungen der Gebirgsbildung sind, sondern auch erhebliche Massenverschiebungen hervorbringen, lehrte vor allem ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit. An dem Yakutatfjord in Alaska wurden als Folge eines Anfang September 1899 erfolgten Erdbebens ausgedehnte Hebungen im Höchstbetrage von 47 engl. Fuß und gleichzeitig in den seewärts gelegenen Küstenstrecken Senkungen von 6—9 engl. Fuß beobachtet und gemessen Diese Niveauveränderungen entsprechen genau dem ziem-

lich geradlinigen Verlauf der Küste und sind also auf Verschiebungen der Erdrinde zurückzuführen, die in ähnlicher Weise die Westküste Süditaliens und den Südabsturz des sächsischen Erzgebirges oder der Monte Rosa-Gruppe gebildet haben. Die Yakutatbay liegt etwa 10 geographische Meilen von der höchsten Berggruppe Nordamerikas, den Eliasbergen, entfernt, deren Erhebung nicht durch vulkanische Aufschüttung wie sonst in den Cordilleren, sondern ausschließlich durch tektonische Kräfte erfolgt ist. Eine Wiederholung der seewärts gelegenen Abbrüche und der landeinwärts erfolgenden Hebungen könnte also allmählich die gewaltigen Höhenunterschiede zwischen Gebirgen und Meerestiefen bedingen, welche Ostasien und die Westküsten der amerikanischen Kontinente auszeichnen.

Auch nach dem großen Erdbeben von San Francisco wurden im April 1906 horizontale Verschiebungen in Betrage von mehreren Metern gemessen, welche die kalifornische Küste in einer Länge von Hunderten von Kilometern betroffen haben und von lokalen Senkungen begleitet wurden.

Lücken mit Unterbrechungen in den Höhenzügen sind an dem kalifornischen Küstengebiet schon lange sichtbar gewesen und im Jahre 1906 lediglich erweitert worden. Wenn nun auch derartige Massenbewegungen glücklicherweise zu den Ausnahmen gehören, so sind doch starke, weithin verfolgbare Beben, sogenannte „Fernbeben“ (oder Weltbeben), verhältnismäßig häufig. Hundert- bis hundertfünzigmal im Jahre erfolgen an verschiedenen Punkten der Erde Beben von solcher Heftigkeit, daß die von ihnen ausgehenden Stöße durch die ganze Erdfeste hindurch fühlbar sind; d. h. die Stöße können bei genügender Feinheit der modernen selbstregistrierenden Instrumente noch in Abständen von einigen tausend Kilometern aufgezeichnet werden.

II.

Die Erdbebenkunde oder Seismologie hat somit in den letzten zwei Jahrzehnten ungeahnte, an die Röntgenstrahlen oder das lenkbare Luftschiff erinnernde Fortschritte gemacht. An die Stelle der Annahme, daß die Beben von einzelnen Punkten im Innern der Erde ihren Anstoß empfingen, trat der Nachweis, daß unterirdische Dislokationsszenen — Faltungen und Brüche — vorhanden sind, die vielfach mit den jüngeren Hochgebirgen zusammenfallen. Der tektonische Ursprung der meisten Beben oder, genau gesagt, aller Erschütterungen, welche den Namen Erdbeben verdienen, wurde allgemein angenommen.

Erderschütterungen von allgemein wahrnehmbarer Verbreitung wurden dagegen niemals als die Folgen der Einstürze unterirdischer, durch chemische Auflösung geschaffener Hohlräume oder

als Vorboten vulkanischer Ausbrüche beobachtet. Sowohl die Einsturzbeben, wie die mit der Aufwärtsbewegung der Lava verbundenen Zuckungen sind örtlich eng begrenzt. Die Zerstörungen beschränken sich meist nur auf einen Raum von wenigen Quadratkilometern, und die empfindlichen Instrumente mitteldeutscher Beobachtungsstationen zeichneten z. B. eine starke Dynamitexplosion in Besançon exakt auf, während der Ausbruch des Vesuvs keine Einwirkung hervorruft.

Die Unabhängigkeit der Erdbeben von vulkanischen Ausbrüchen wird ferner durch Beobachtungen aus der Südsee und dem Liparischen Meer erwiesen. Im Tonga-Archipel wurden bis Juli 1907 langdauernde submarine Vulkanausbrüche in einer Tiefe von 300 Faden beobachtet, ohne daß gleichzeitig irgend welche Erschütterungen der Inseln wahrnehmbar waren. Noch überzeugender sind die Angaben Riccos in Catania über die Tätigkeit des Stromboli, der während einer Beobachtungszeit von 10 Jahren (1896—1906) keinerlei Beziehungen zu den gleichzeitigen Calabrischen Erdbeben gezeigt hat. Auch in Island sind die besonders im SW der Insel häufigen Erdbeben räumlich und zeitlich von den Lava-Ergüssen vollkommen unabhängig.

Es empfiehlt sich daher, den Begriff der Erdbeben auf die mit tektonischen Ereignissen, d. h. mit Horizontalschüben — Hebungen und Senkungen — zusammenhängenden Veränderungen des Felsgerüstes der Erde zu beschränken, die die oberflächlichen Einbrüche und die vulkanischen Ausbrüche begleitenden Zuckungen aber im Zusammenhang mit der chemischen Geologie oder dem Vulkanismus zu behandeln.

III.

Ähnliche Fortschritte wie die physikalische und geologisch tektonische Forschung hat die Statistik der Erdbeben zu verzeichnen. An die Stelle der einzelnen Forscher, die bis zur zweiten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts die Nachrichten über Erdbeben sammelten sind zwei große internationale Organisationen getreten. Die eine umfaßt 22 Staaten, vor allem die Länder des Dreibundes, Rußland und ihre außereuropäischen Kolonien, die andere England mit Japan und den ausgedehnten englischen Besitzungen. Die Berichte der ersteren werden von dem Straßburger geophysikalischen Institut unter Leitung von Gerland, die der anderen von dem Engländer John Milne gesammelt, der zuerst in Japan tätig war und jetzt eine Erdbebenwarte auf der Insel Wight leitet. Die kartographischen Übersichten des letztgenannten zeigen, trotzdem sie nur einen Zeitraum von 5 Jahren umfassen, doch eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit dem Verlauf der jüngeren, in tertiärer Zeit entstandenen Hochgebirge. Zwei der auffälligsten Abweichungen von der Begrenzung der Rocky Mountains,

welche unerschütterte Gebiete im äußersten Norden von Amerika und Kalifornien anzuzeigen schienen, wurden durch das San Francisco-Beben von 1906 und die gewaltige Erschütterung von Alaska (1899) ausgefüllt. Dagegen scheint der Erdfrieden, welcher die Mitte und den Osten des nordamerikanischen Cordillerengebietes, also die Plateauregion und die eigentlichen Rocky Mountains kennzeichnet, auf dem hohen geologischen Alter dieser Gebirge zu beruhen.

IV.

Doch ist nicht der frühere oder spätere Beginn, sondern die Fortdauer der gebirgsbildenden Vorgänge der für die Erdbeben ausschlaggebende Faktor. Die auf der ganzen Erde aufgezeichneten Fernbeben gehen von Gebieten aus, die zwar gänzlich abweichenden Aufbau zeigen, in denen jedoch durchweg die tektonischen Vorgänge noch nicht zum Abschluß gelangt sind:

1. Derartige Bebenherde finden wir auf dem Grunde des Indischen und an den Randgebieten des Nordatlantischen Ozeans, d. h. in den letzten Überresten alter versunkener oder versinkender Länder. Auch der Nordosten des Mittelmeeres, Pontus bis Adria, gehören hierher; weniger sicher ist die Deutung der zentralpacifischen Beben um Samoa.

2. Einen zweiten Typus tektonischer Beben bilden die jüngeren eurasiatischen, von Südspanien, dem Atlas und den Alpen bis zum Himalaya und Hinterindien ausgedehnten Hochgebirge, in denen jüngere emporgewölbte oder überschobene Falten zwischen älteren verfestigten Massen zusammengequetscht und eingepreßt sind. Je älter das Gebirge, um so geringer die Zahl der Beben; die Pyrenäen sind in früherer Zeit gebildet als die Alpen, diese aber wieder älter als der Himalaya, und im gleichen Verhältnisse vermehrt sich die Zahl der Beben.

3. Gänzlich von den Alpen verschieden ist nach FERDINAND v. RICHTHOFEN der Bau der zirkumpacifischen, insbesondere der ostasiatischen Gebirge und Inselbogen. Nach den gewaltigen, der Ost- und Westküste genäherten Tiefen des Stillen Ozean glitten die Gebirgsschollen der Kontinentalmassen seitlich abwärts, und dieser in den japanischen und philippinischen Erdbeben noch heute wahrnehmbare Vorgang hat schon in sehr früher (palaeozoischer) Vorzeit begonnen.

Der verschiedenartige Bau eurasiatischer Faltungsketten und pacifischer Zerrungs- oder Bruchgebirge tritt äußerlich schon in der verschiedenen Verteilung der Vulkane hervor: Die heutigen Vulkanausbrüche und frühere Eruptionen kennzeichnen im ganzen Umkreis des Stillen Ozeans die Hauptketten der Gebirge, während sie in den Alpen und Karpathen auf die Innenzonen der Gebirgsbogen beschränkt sind.

In Ostasien entsprach die Gebirgsbildung dem mit einseitiger Aufrichtung verbundenen seitlichen Abgleiten der Schollen, und die Ausbrüche folgten daher unmittelbar diesen primären Zerreißungen, d. h. den Hauptachsen der Gebirge. In dem Himalaya fehlen Vulkanausbrüche ganz, und in den alpinen Gebirgen sind sie als sekundäre, nachträgliche Erscheinungen auf die südlichen oder Innen-Seiten beschränkt. Die Grenze zwischen den jüngeren aufgewölbten Hochgebirgen und den älteren verfestigten Massiven wird durch Verwerfungen und die auf ihnen erfolgenden vulkanischen Ausbrüche bestimmt. Besonders deutlich tritt diese Erscheinung in Ungarn und an den Küsten des Tyrrhenischen Meeres hervor. In Italien liegen die Küsten-Brüche und Vulkane zwischen der versunkenen alten Tyrrhenis, deren Reste in Corsica, Elba und Sardinien erhalten sind, und den umgebenden jüngeren Ketten der Apenninen; ähnlich umgibt der Dreiviertelkreis der Karpathen das alte ungarische Festland, dessen Reste in Siebenbürgen sichtbar werden, und zwischen beiden liegt die breite Zone der ehemaligen Lavaergüsse, deren Boden heute durch Fruchtbarkeit und Weinbau (Tokai) ausgezeichnet ist.

In Ostasien und im westlichen Amerika entspricht dagegen die Verbreitung der Vulkane dem Verlauf der Haupterhebungen und der Inselbogen. Im westlichen Nordamerika unterscheidet die neuere Forschung drei hauptsächliche Gebirgssysteme, die eigentlichen (östlichen) Rocky Mountains, die intermontane Plateauregion und das pacifische, aus Sierra Nevada und kalifornischer Küstenkette bestehende System. Tätige Vulkane und Erdbeben fehlen in den zentralen und östlichen Gebirgen so gut wie gänzlich. Beide Gebirgssysteme bestehen aus älteren gefalteten Massen, die in späterer Zeit gebrochen und gehoben worden sind. Die hauptsächlichen Faltungen sind palaeozoisch, und eine spätere posthume Bewegung entspricht dem Ende der Kreidezeit. Die Brüche zwischen den großen Ebenen Nordamerikas und den Rocky Mountains gehören dem Beginn und der Mitte der Tertiärzeit an. Jüngere tertiäre Gebirgsbildung und Erdbeben sind beschränkt auf das pacifische Gebirgssystem in Alaska, Oregon, California und auf die mexikanischen Sierren. Die Hochgebirge im Washington-Territorium und in Britisch-Columbia sind so dünn bevölkert, daß wir das Fehlen von Erdbebenberichten auf den Mangel an Beobachtern zurückführen dürfen. Wie sehr der Nachrichtendienst die Gestaltung der Erdbebenkarten beeinflußt, zeigt die schon erwähnte Tatsache, daß auf den 1903 von Milne veröffentlichten Übersichtskarten San Francisco und Alaska als erdbebenfrei angegeben worden sind. Andererseits zeigt das 35 Jahre zurückliegende Beben von Owens Valley in California, daß der gewaltige, den Ostabhang der Sierra Nevada bildende Bruch auch die Ausgangszone der Erschütterung war. Ebenso entspricht die horizontale Verschiebung nach dem San Francisco-Beben von 1906 einer längst

bekannten, im Antlitz der Landschaft deutlich wahrnehmbaren Verwerfungszone.

V.

Der zonenförmige Bau der Cordilleren steht in deutlichem Gegensatz zu dem massigen Bau der asiatischen älteren Gebirge. Aber beide haben das wichtige Merkmal mit einander gemein, daß der Ursprung der Gebirgs- und Erdbebenbewegungen nicht in den Ketten der Kontinente, sondern in den Tiefen des Pacific zu suchen ist. Auch in Südamerika liegen die gewaltigen Tiefen des Atacamagrabens mit seinen 11—14 km betragenden Höhenunterschieden nahe der Küste und entsprechen den Herden der zerstörendsten Beben von Peru und Chile (Valparaiso 1906).

Ebenso liegt in Japan das weit ausgedehnte 8000—9000 m eingesenkte Tuscarora-Tief dicht neben dem Schauplatz der furchtbarsten Erschütterungen (1891 Midor). Die japanischen als „Tsunamis" bezeichnenten Seebebenwellen sind ebenfalls auf die pacifischen Küsten des Inselbogens beschränkt, während das Japanische Meer keine Bewegungen erfährt. Es scheint also, als ob auf dem Grunde des Tuscarora-Tiefs immer noch weitere Senkungen erfolgen, die ihrerseits eine entsprechende seitliche Zerrung und Erschütterung des Inselbogens zur Folge haben.

Wir kommen also zu dem Schluß, daß alpine und pacifische Gebirge einen gänzlich abweichenden Bau zeigen, und daß diese grundsätzliche Verschiedenheit in der räumlichen Verteilung der Vulkane und Erdbeben ihren klarsten Ausdruck findet. In den pacifischen Gebirgen liegen die Erdbebenherde in den randlichen Tiefen des Ozeans und die zentralen und landwärts liegenden Gebirge sind somit ganz oder fast ganz erdbebenfrei; die Vulkane folgen dagegen den Haupterhebungen der Gebirge. In den alpinen oder eurasiatischen Gebirgen liegen dagegen die Vulkane — sofern sie vorhanden sind — außerhalb der durch tektonische Kraft emporgewölbten Gebirgsketten, während die Erdbebenherde im wesentlichen mit der Verbreiterung der Gebirgsketten zusammenfallen. Die handgreiflichsten Reaktionen der inneren Kräfte gegen die Oberfläche beweisen somit, daß die Anschauung RICHTHOFENS von der grundsätzlichen Verschiedenheit der Alpen und der pacifischen Gebirge wohl begründet ist.

VI.

Die Statistik der Beben lehrt, daß die Gebirge von jungpalaeozoischem Alter, wie die Apalachen, der Ural und die europäischen Mittelgebirge, die Ausgangspunkte von weniger zahlreichen und vorwiegend schwachen Erdstößen sind. Diese Abnahme entspricht genau der Verringerung

der Beben, welche Himalaya, Alpen und Pyrenäen erkennen lassen. Auch die asiatischen Hochflächen in Tibet und Iran scheinen — ebenso wie die Plateauregionen Nordamerikas — bebenfrei oder sehr bebenarm zu sein. Nur in Hocharmenien nehmen mit der Annäherung an den Kaukasus und die jüngeren südpersischen Zagros-Ketten die Stöße an Zahl und Heftigkeit zu. Während in Armenien auch jüngere Brüche den alten Kern des Hochlandes durchsetzen, ist die einzige Ausnahme in Nordamerika schwerer zu erklären.

Das nach räumlicher Ausdehnung und Intensität bemerkenswerte Charleston-Beben von 1886 gehört dem atlantischen Absturz der alten, sonst nur von schwächeren Stößen betroffenen Apalachen an.

Doch läßt sich im allgemeinen das Gesetz aufstellen, daß bebenreiche (seismische), bebenschwache (peneseismische) und ruhige oder aseismische Gebiete in ihrer Verbreitung dem Alter der Gebirgsbildung entsprechen. Genauere Untersuchungen sind vor allem notwendig, um die seismische Stellung der in spätpalaeozoischer Zeit gefalteten bebenschwachen Gebiete zu bestimmen. Trotzdem können wir schon jetzt sagen, daß diese spätpalaeozoischen Mittelgebirge den Übergang zu den bebenfreien, in frühpaläozoischer oder praecambrischer Zeit gefalteten Gebieten bilden.

Zu diesen ruhigen oder aseismischen Gebieten gehört der größere Teil von Australien und Afrika, Hochasien und der Norden von Sibirien, die großen Ebenen von Nordamerika, Brasilien und Skandinavien mit Ausnahme der Küsten. In den am besten erforschten europäischen Bebengebieten ließ sich die dem geologischen Alter der Gebirgsbildung entsprechende Abnahme der Bebenhäufigkeit am genauesten feststellen. Nach Montessus de Ballore sind in Europa bis zum Ende des zwanzigsten Jahrhunderts 69315 Erdbebenstöße aufgezeichnet worden. Von diesen gehören 86,4 Proz. dem Bereich der jüngeren, in der Tertiärzeit dislozierten Gebiete an, 6 Proz. erfolgten in den spätpalaeozoischen, aber nur 0,4 Proz. in den frühpalaeozoischen und älteren Gebirgen. Die Bezeichnungen bebenreich oder seismisch, bebenschwach oder peneseismisch und bebenfrei oder aseismisch entsprechen somit der tektonischen und der seismischen Entwicklung der verschiedenen Gebiete. Die einzige Ausnahme in der Regel, das verhältnismäßig häufige Auftreten (8,6 Proz.) der Beben in ungestörten oder Plateaugebieten Europas ist verhältnismäßig leicht zu erklären: Die Grenzen zwischen diesen ungestört lagernden Flächen und den jüngeren Gebirgen sind ungemein weitläufig, wie die Ausdehnung der Karpathen sowie der zusammenhängenden krimschen und kaukasischen Gebirge beweist.

Allgemeine Ergebnisse.

1. Einsturzbeben und die dem Emporquellen der Lava vorangehenden Zuckungen sind in ihren zerstörenden Wirkungen auf ganz enge Gebiete beschränkt und werden auch von selbstregistrierenden Instrumenten nur in geringem Umkreise verzeichnet. Ihre Erforschung fällt in den Bereich der chemischen und vulkanologischen Geologie.

2. Fernbeben (oder Weltbeben), das heißt die instrumentell über einige tausend Kilometer verfolgbaren Beben, sind auf die in jüngerer (tertiärer) Zeit dislozierten Gebiete beschränkt. Der verschiedene tektonische Bau der Erdbebenherde — versinkende uralte Kontinente, alpine oder Faltungs- und endlich pacifische oder Zerrungsgebirge — ist von geographischer und geologischer Wichtigkeit, zeigt aber nur sekundäre Einwirkung auf den eigentlichen Vorgang der seismischen Erschütterung. Immerhin läßt sich das Folgende feststellen:

3. In den gebrochenen Festlandsgebieten (Ostafrika) sind Beben seltener als in versunkenen Kontinenten (Indischer und Nordatlantischer Ozean) oder in Faltungsgebirgen von gleichem jüngeren Alter.

4. Ausgedehnte, meßbare Hebungen, Senkungen und Horizontalverschiebungen als unmittelbare Folgen von Erdbeben sind vorwiegend an pacifischen Küsten, in Kalifornien und Alaska, sowie auf pacifischen Inseln, in Zentraljapan und Neuseeland beobachtet worden. Die häufig, z. B. in Griechenland[1]), beobachteten Rutschungen an den Küsten, Bergstürze sowie die Zertrümmerung der aus Humus oder Lehm zusammengeschichteten Oberflächengebilde gehören zu den Folgeerscheinungen der Erdbeben; die oben erwähnten Dislokationen durchsetzen das Felsgerüst der Erde, entsprechen also den Vorgängen früherer Gebirgsbildung.

5. Die Häufigkeit und Stärke der Beben nimmt mit dem geologischen Alter der dislozierten Gebiete ab. In jüngeren Faltungsgebirgen und Senkungsfeldern sind Erdbeben häufig und schwer, in jungpalaeozoischen Gebirgen selten und schwach (peneseimisch), in Gebieten altpalaeozoischer und praecambrischer Faltung ganz oder so gut wie gänzlich erloschen (aseismisch).

(Die ausführlichere Bearbeitung und die eingehende Begründung der in vorstehendem Vortrage kurz erörterten Tatsachen und Annahmen wird in „Petermanns Mitteilungen“ unter Beigabe von Karten usw. erfolgen.)

1) Eine Angabe von einer 1—2 m betragenden Senkung anstehenden Gesteins an der Küste von Lokris verdanke ich Herrn Dr. von dem Borne.

3.

Meine Fahrten zu den Ureinwohnern Nord-Australiens in den Jahren 1904—1906.

Von

H. Klaatsch.

(Der Inhalt des durch Projektion zahlreicher Lichtbilder erläuterten Vortrags ist teils bereits anderweitig veröffentlicht [Z. f. wiss. Ethnol. 1906—1907, Verhandl. d. Anthropologenkongresses zu Straßburg], teils wird er noch an anderem Orte veröffentlicht werden.)

Sitzungen der medizinischen Hauptgruppe.

Donnerstag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Die medizinische Hauptgruppe tagte in zwei verschiedenen Abteilungen im Ausstellungsgebäude.

Sitzung der ersten Abteilung.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Friedrich Müller-München.

Referate wurden erstattet 1) von den Herren Prof. Dr. Chr. Bohr-Kopenhagen und Prof. Dr. N. Th. Tendeloo-Leyden über die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen, 2) von den Herren Prof. Dr. A. Bethe-Straßburg i. E. und Dr. H. Spitzy-Graz über die Nervenregeneration und Heilung durchschnittener Nerven.

Die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen.

(Erstes Referat.)

Von

Christian Bohr.

Der Vortrag, den zu halten mir die Ehre beschieden ist, behandelt eine Frage, bei der das Studium der normalen Verhältnisse in ausgeprägter Weise mit dem Studium der pathologischen Verhältnisse Hand in Hand gegangen ist. In dieser Beziehung brauche ich nur an die große Reihe von Untersuchungen über die Größe der Vitalkapazität bei Gesunden und Kranken zu erinnern, zu welcher HUTCHINSONS Arbeit um die Mitte des vorigen Jahrhunderts den ersten Anstoß gab. Wenn die Hoffnung, die man an Untersuchungen dieser Art geknüpft hatte, nur in ziemlich geringem Umfange in Erfüllung ging und die Spirometrie überhaupt nicht die erwartete Grundlage einer besseren Einsicht in die Natur und die Diagnose der Brustkrankheiten gewährte, so ist die Ursache hiervon wohl zunächst in der Einseitigkeit zu suchen, die, im ganzen genommen, den Untersuchungen ihr Gepräge verlieh. Zwar untersuchte man die Vitalkapazität bei einer großen Anzahl Individuen verschiedener Größe, verschiedenen Alters und verschiedenen Geschlechts und bemühte sich, hierdurch zu einer Norm zu gelangen, die im einzelnen gegebenen Falle der Entscheidung über den mehr oder weniger pathologischen Zustand der Lunge zugrunde gelegt werden könnte; eine ergiebige Verwertung des großen Materials war in Wirklichkeit jedoch dadurch ausgeschlossen, daß man durchweg die Vitalkapazität für sich allein bestimmte, ohne die übrigen Volumenverhältnisse der Lunge in die Untersuchungen mit hineinzuziehen. Unter solchen Umständen besitzt die isoliert dastehende Bestimmung der Vitalkapazität nur sehr begrenzten Wert; speziell gibt sie keinen Aufschluß über den für das Verständnis sowohl der normalen, als auch

der pathologischen Verhältnisse so wichtigen Zusammenhang des Füllungsgrades der Lunge mit der Intensität ihrer Tätigkeit. Nur dadurch, daß man sie mit den Aufschlüssen zusammenhält, welche die Messung des Volumens der Lunge unter anderen Bedingungen zu leisten vermag, und daß man sie in der Beleuchtung dieser Aufschlüsse betrachtet, erhält die Vitalkapazität ihre Bedeutung.

Die Maße, um die es sich überall bei den Bestimmungen der Volumina der Lungen handelt, sind bekanntlich die Vitalkapazität, die Residualluft und die mittlere Kapazität. Da diese Größen die Grundlage der ganzen folgenden Entwicklung bilden, erlaube ich mir ihre — übrigens ja wohlbekannten — Definitionen hier in aller Kürze anzuführen. Die Vitalkapazität wird mittels derjenigen Menge Luft bestimmt, die man nach tiefster Inspiration unter möglichst großer Anstrengung auszuatmen imstande ist; ihre Größe schwankt der Körpergröße und anderen individuellen Faktoren gemäß; um eine bestimmte Zahl zu nennen, so betrug sie bei den von mir untersuchten jungen Männern durchschnittlich ca. 5 l. Nach der tiefsten Exspiration sind die Lungen bei weitem nicht gänzlich geleert; es ist dann noch eine Luftmenge — die Residualluft — rückständig, die dem Kubikinhalt von ca. 1 l entspricht. Das Totalvolumen der Lunge in ihrer möglichst stark gefüllten Lage (die Totalkapazität) ist mithin die Summe aus der Vitalkapazität und der Residualluft, also in unserem Beispiele ca. 6 l. Die Vitalkapazität ist, wie gesagt, das Maß des größten Volumens Luft, welches die Lunge bei einer einzelnen möglichst großen Atembewegung ein- oder auszuatmen vermag. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist das Volumen eines Atemzuges bekanntlich jedoch weit geringer und beträgt kaum 500 cm^3. Während diese 500 cm^3 bei der gewöhnlichen ruhigen Atmung ein- und ausgeatmet werden, nehmen die Lungen weder ihre am meisten gefüllte, noch ihre am meisten zusammengefallene Lage ein, sondern eine Lage, die etwa die Mitte zwischen beiden hält (die vitale Mittellage). Bei dieser Bewandtnis ist es deshalb möglich, durch eine plötzliche tiefste Exspiration ca. 2500 cm^3 (die Reserveluft) herauszutreiben oder durch plötzliche Inspiration noch weitere ca. 2500 cm^3 (die Komplementärluft) aufzunehmen. Den Füllungsgrad der Lunge, wenn diese ihre Mittellage einnimmt, nennt man die Mittelkapazität; wie leicht zu ersehen, ist sie die Summe aus der Residualluft und der Reserveluft, in unserem Beispiele mithin etwa gleich 3500 cm^3. Die Größe dieser verschiedenen Volumina der Lunge muß mittels deren Luftgehalts durch direkte spirometrische Messungen bestimmt werden; man sieht leicht, daß es nicht möglich ist, diese direkten Meßmethoden durch eine Untersuchung der Bewegungen des Zwerchfells oder der Brustwand zu ersetzen, wie große Bedeutung solche Studien in anderer Beziehung auch haben mögen. Auf welche Weise die spirometrischen Bestimmungen ausgeführt werden, und welche

Korrekturen bei den Berechnungen der Volumina erforderlich sind, darauf werde ich mich hier indes nicht einlassen.[1])

Im folgenden soll es nun unsere Aufgabe sein, vorerst diejenigen Änderungen des Lungenvolumens zu untersuchen, die man die normalen funktionellen nennen könnte, d. h. diejenigen Änderungen des Volumens, die unter normalen Verhältnissen eine Intensitätsänderung der respiratorischen Arbeit der Lunge begleiten. Die hierdurch gewonnenen Aufschlüsse über die Beziehung zwischen dem Volumen und der Arbeit der Lunge werden die Grundlage einer Betrachtung derjenigen Änderungen bilden, welche die Volumenverhältnisse während pathologischer Zustände erleiden, und sie werden zu einer Auffassung des Entstehens und der Bedeutung dieser Symptome führen, die von der gewöhnlichen Anschauung abweicht.

Bei der Darstellung der funktionellen Änderungen des Lungenvolumens unter normalen Verhältnissen stütze ich mich zum Teil und hauptsächlich auf die Versuchsreihen, die ich bereits in betreff dieser Frage veröffentlicht habe, zum Teil auf bisher noch nicht veröffentlichte Untersuchungen, die Dr. Hasselbalch nach analogen Methoden angestellt und mir freundlich zur Benützung überlassen hat. Selbstverständlich werde ich mich hier darauf beschränken, die durch einzelne Zahlenbeispiele erläuterten Hauptergebnisse mitzuteilen. Die Einzelheiten der Versuche lassen sich um so besser übergehen, da die Ausschläge in sämtlichen, an verschiedenen Individuen unternommenen Versuchsreihen ganz gleichartig waren.

Unter den verschiedenen Maßen der Lungenvolumina betrachten wir erst die Änderungen der Mittelkapazität. Diese zeigt uns ja denjenigen Füllungsgrad an, den die Lunge während der normalen Atmung unwillkürlich einnimmt; wo wir die Beziehung zwischen Lungenfunktion und Lungenvolumen zu finden suchen, muß die Mittelkapazität daher in den Vordergrund treten als dasjenige Maß, rücksichtlich dessen man am ehesten erwarten kann, deutliche Ausschläge der funktionellen Änderungen zu erblicken. Darauf werden wir die Änderungen der Vitalkapazität und die der Residualluft untersuchen; denn es wird sich erweisen, daß wir auch aus diesen wichtige Beiträge zum Verständnisse der biologischen Faktoren, die das Lungenvolumen regulieren, bekommen können.

Was die funktionellen Änderungen der Mittelkapazität betrifft, so läßt das Ergebnis der zahlreichen vorliegenden Untersuchungen sich in eine einzelne, einfache Regel zusammenfassen; es erweist sich nämlich, daß die Größe der Mittelkapazität stets von den an die respiratorische Arbeit der Lunge gestellten Forderungen abhängig ist, so

1) Siehe mit Bezug auf die angewandten Methoden: D. Arch. f. klin. Med. 88, 1907, 390 u. f.

daß sie mit letzteren zugleich entweder anwächst oder abnimmt. Jede Änderung des respiratorischen Stoffwechsels der Lunge, sie möge durch Ruhe oder durch Arbeit, durch steigende oder durch sinkende äußere Temperatur hervorgerufen sein, gibt sich deshalb durch einen veränderten Füllungsgrad der Lunge während der Atmung kund; aber auch in Fällen, wo unabhängig von dem respiratorischen Stoffwechsel wachsende Forderungen an die Arbeit der Lunge gestellt werden, wie dies beim Einatmen einer sauerstoffarmen oder kohlensäurereichen Luft geschieht, befolgt die Mittelkapazität die obengenannte Regel. Um dies zu illustrieren, werde ich aus den vorliegenden großen Reihen gleichdeutiger Versuche, die an verschiedenen Individuen unternommen wurden, ein paar Beispiele heranziehen. Da die Versuche hier nur zur Illustration des oben Entwickelten dienen sollen, habe ich in untenstehender Tabelle bloß die Werte der Mittelkapazität, der Vitalkapazität und der Residualluft unter den verschiedenen Verhältnissen angegeben, während ich sonstige Einzelheiten der Versuche nicht anführen werde.

Nr. 1. Einfluß angestrengter Muskelarbeit.

	Mittel-kapazität	Vital-kapazität	Residual-luft	Puls
Vor der Arbeit	3,8	5,2	1,1	80
Unmittelbar nach der Arbeit	4,2	4,9	1,6	164
10 Minuten später	3,6	5,2	1,1	104

Nr. 2 und 3. Stehende und liegende Stellung.

	Mittelkapazität	Vitalkapazität	Residualluft
Stehend	4,6	4,9	1,9
Liegend	3,4	4,4	1,6
Stehend	4,4	5,1	1,6
Liegend	3,6	4,6	1,9.

Nr. 4. Einfluß der umgebenden Temperatur.

	Mittelkapazität	Vitalkapazität	Residualluft
Warm	4,2	6,3	1,3
Kalt	5,0	6,4	1,3.

Nr. 5. Einatmung kohlensäurehaltiger Luft.

Inspirationsluft	Mittelkapazität	Vitalkapazität	Residualluft
Atmosphärische Luft . . .	3,8	4,0	1,8
7,6 Proz. CO_2	4,6	4,0	1,8.

So sieht man, daß die Mittelkapazität (in dem als Nr. 1 bezeichneten Versuch) nach einer angestrengten Arbeit von 3,8 bis auf 4,2 l gestiegen ist. In den Versuchen Nr. 2 und 3 ist bei einem anderen Individuum wegen Einnahme einer liegenden Stellung und wegen der damit verbundenen Muskelruhe die Mittelkapazität von ca. 4,5 bis auf 3,5 l gesunken. Daß diese Änderung nicht durch mechanische Verhältnisse beim Wechseln der Stellung, sondern eben durch die Ruhe bewirkt wird, habe ich anderswo nachgewiesen, und ich begnüge mich hier mit der Bemerkung, daß dies schon mit Deutlichkeit daraus hervorgeht, daß die Änderung der Mittelkapazität nicht gleichzeitig mit dem mechanischen Stellungswechsel, sondern erst kurze Zeit darauf eintritt. Nr. 4 ist ein den Versuchen von Dr. HASSELBALCH entnommenes Beispiel von dem Einfluß der äußeren Temperatur. Die Versuchsperson wurde erst warm bekleidet, darauf ganz entkleidet und stark frierend untersucht. Die Mittelkapazität erhebt sich hierbei von 4,2 bis auf 5,0 l. Ganz dasselbe findet man bei der Untersuchung von Personen, die nackt in Bäder von verschiedener Temperatur gebracht werden. Endlich kann Nr. 5 als Beispiel der Einwirkung dienen, die eine Veränderung der Zusammensetzung der Inspirationsluft auf dieses Verhalten übt; wird statt der atmosphärischen Luft eine Luft mit ca. 7 ½ Proz. CO_2 eingeatmet, so steigt die Mittelkapazität des betreffenden Individuums von 3,8 auf 4,6 l. Ganz analog wirkt eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der eingeatmeten Luft, doch werden die Ausschläge erst bedeutend, wenn der Sauerstoffgehalt bis unter ca. 12 Proz. sinkt. Es ließen sich noch andere Beispiele hinzufügen; so zeigt die Mittelkapazität eine Vermehrung unmittelbar, nachdem man durch Anhalten des Atems einen dyspnoischen Zustand hervorgebracht hat, eine Verminderung aber, wenn das Bedürfnis des Atmens unmittelbar nach einer Reihe willkürlich unternommener forcierter Atemzüge herabgesetzt wird. Überall erweist es sich, daß jeder Faktor, der die an die respiratorische Funktion der Lunge gestellten Forderungen größer macht, auch die Mittelkapazität vermehrt, so daß die Atmung mit mehr gefüllten Lungen ausgeführt wird.

Es mag hier hinzugefügt werden, daß die Regulierung der Mittelkapazität auf reflektorischem Wege geschieht und ein Glied der gesamten koordinierten Nerventätigkeit ist, mittels welcher auch andere Faktoren, wie der Puls und die Anzahl der Atemzüge, dem Übergang des Organismus aus einem Zustand in einen anderen angepaßt werden. Der Mangel an Zeit verwehrt mir, dies hier näher nachzuweisen, und ich muß mich in dieserBeziehung auf meine früheren diesbezüglichen Veröffentlichungen berufen.[1])

Es erhebt sich nun die Frage: Welche Bedeutung hat diese gesetz-

1) Deutsch. Arch. f. klin. Med. 88, 1907, S. 415.

mäßige Beziehung zwischen den Änderungen der Mittelkapazität und den Änderungen der Lungenfunktion für den Organismus? Oder mit anderen Worten: In welcher Weise ändern sich die Bedingungen für die Arbeit der Lunge, wenn die Mittelkapazität anwächst oder abnimmt? Hier ist nun vorerst zu bemerken, daß die Änderung der Mittelkapazität nicht an und für sich, wie es beim ersten Anblick vielleicht scheinen möchte, den Grad der Lufterneuerung in den Alveolen beeinflußt; dieser wird nämlich durch diejenige Menge Luft bedingt, die während einer gegebenen Zeit die Lunge passiert, also von der Frequenz und der Tiefe der Atmung. Nicht also wegen irgendwelchen Einflusses auf die Zusammensetzung der Alveolenluft erhalten die Veränderungen der Mittelkapazität ihre Bedeutung; dagegen gibt es zwei andere Wege, auf denen eine Änderung der Mittelkapazität Änderungen der Bedingung für die Funktion der Lungen herbeiführt: erstens wird bei stärkerer Füllung der Lungen die respiratorische Oberfläche größer, und zweitens wird die Zirkulation des Blutes durch die Lunge erleichtert. Diese beiden Faktoren bewirken, daß die Bedingungen für die respiratorische Arbeit sich bessern. Allen Drüsen, mithin auch der Lunge, wird nämlich die Sekretionsarbei durch eine Vergrößerung der Oberfläche erleichtert; je größer die Fläche ist, die dem Durchgange der auszuscheidenden oder der aufzunehmenden Stoffe zur Verfügung steht, um so weniger intensiv braucht — unter sonst gleichen Umständen — die Arbeit an jeder Flächeneinheit zu sein Die Vermehrung der Mittelkapazität verschafft also auf diesem Wege den Lungenzellen bessere Bedingungen für ihre Arbeit. Was die obengenannte Erleichterung der Blutzirkulation betrifft, die eine Folge der Vergrößerung der Mittelkapazität ist, so tritt dieselbe in zweifacher Weise ein — teils wird hierdurch der Druck im Thoraxraum noch ferner verringert, somit auch der Druck in den großen Venen; teils, und das ist von noch größerer Wichtigkeit, erweitern sich die Lungenkapillaren. Letzteres Moment vermindert den Widerstand im kleinen Kreislauf und kompensiert mithin zum Teil denjenigen Zuwachs der Herzarbeit, den die Beförderung eines größeren Quantums Blut während der Zeiteinheit verursacht.

Unter allen gewöhnlichen Verhältnissen wird eine vermehrte Lungenarbeit durch einen Zuwachs des respiratorischen Stoffwechsels entstehen, der entweder durch eine vermehrte Muskelarbeit oder durch Veränderungen der Außentemperatur erzeugt worden ist; die Vermehrung des respiratorischen Stoffwechsels wird selbstverständlich bewirken, daß sowohl die Gassekretion in der Lunge, als auch die Blutzirkulation durch dieses Organ zunimmt. Hier wird dann sowohl die Vergrößerung der respiratorischen Oberfläche, als auch die Erweiterung der Lungenkapillaren von großer Bedeutung sein, und es ist anzunehmen, daß die Vermehrung der Mittelkapazität einem Bedürf-

nisse zu verdanken ist, die sekretorische sowohl, als auch die zirkulatorische Arbeit zu erleichtern. Hiermit ist natürlich aber nicht gegeben, daß diese beiden Momente stets gleich schwer in die Wage fallen; mir scheint vieles darauf hinzudeuten, daß in manchen Fällen die Erleichterung der Blutströmung durch die Lunge die größere Rolle spielt; hierfür spricht der enge Zusammenhang, den man so oft zwischen der Mittelkapazität und der Pulsfrequenz erblickt. So schwindet z. B. bei normalen Individuen nach dem Aufhören der Muskelarbeit die während der Arbeit entstandene Vermehrung der Mittelkapazität gleichzeitig mit der Abnahme der Pulsfrequenz, und bei Einatmung sauerstoffarmer Luft tritt in der Regel keine Veränderung der Mittelkapazität ein, solange der Sauerstoffmangel nicht eine solche Höhe erreicht hat, daß zugleich auch die Herztätigkeit in erheblicherem Maße beeinflußt wird. Es kann indes besondere Verhältnisse geben, wo man annehmen muß, daß gerade das andere der beiden Momente, nämlich die Vergrößerung der Oberfläche, die bedeutendere Rolle spielt, so z. B. wenn die Ausscheidung von Kohlensäure durch Einatmung einer kohlensäurehaltigen Luft erschwert wird, wodurch die gassekretorische Arbeit der Lunge zunimmt (wie in Nr. 5 der obenstehenden Tabelle). Hier unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß die Vergrößerung der Oberfläche die größere Bedeutung hat, wenigstens erweist es sich, daß die Herztätigkeit in diesem Falle nur sehr wenig beeinflußt wird, und es findet deshalb wahrscheinlich auch keine sonderliche Zunahme der Blutströmung durch die Lunge statt. Dies steht natürlich mit den ganz besonderen Verhältnissen in Verbindung, die sich während des Einatmens kohlensäurehaltiger Luft einstellen, indem hier die gassekretorische Arbeit bei der Kohlensäureexkretion anwächst, ohne daß dieser Zuwachs der Arbeit durch gesteigerte Produktion von Kohlensäure im Organismus begründet wäre. Unter allen gewöhnlichen Verhältnissen wird aber gleichzeitig sowohl die sekretorische Arbeit, als auch die Blutströmung zunehmen, weshalb auch, wie gesagt, sowohl die Vergrößerung der Oberfläche, als die Erweiterung der Gefäße von Wichtigkeit sein wird.

Es sind also verhältnismäßig einfache und leicht zu übersehende Ergebnisse, zu denen uns das Studium der funktionellen Änderungen der Mittelkapazität geführt hat. Die obengenannte allgemeine Regel, derzufolge die größere Mittelkapazität an eine mehr intensive Lungenfunktion geknüpft ist, erweist sich als die Äußerung einer zweckmäßigen Anpassung des Organismus an die geänderten äußeren Umstände.

Wir werden jetzt zur Betrachtung der normalen funktionellen Änderungen der Vitalkapazität übergehen. Vorerst ist hier nun zu bemerken, daß dieses, bei klinischen Untersuchungen wenigstens, früher so oft benutzte Maß sich in einer wichtigen prinzipiellen Beziehung

von der Mittelkapazität unterscheidet; während letztere durch die wechselnde Stellung bedingt wird, welche die Lunge während der natürlichen Atmung unwillkürlich und unbewußt einnimmt, ist die Vitalkapazität dagegen das Resultat einer willkürlich angestellten Probe, die uns über die äußersten Grenzen der Füllung und der Entleerung der Lunge belehrt. Diese Probe setzt bei ihrer Ausführung die Anwendung einer äußersten Kraftanspannung voraus und ist deshalb bis zu einem gewissen Grade von Energie und Übung abhängig; natürlicherweise ist das Resultat doch am wesentlichsten durch die anatomische Entwicklung der Lunge bedingt. Es ist daher selbstverständlich, daß die Vitalkapazität bei verschiedenen Individuen von höchst verschiedener Größe sein kann, wie es auch wohlbekannt ist, daß sie sich bei einem gegebenen Individuum durch längere Zeit lang fortgesetztes zweckmäßiges Trainieren noch weiter entwickeln läßt. Diese beiden Seiten muß ich indes wegen der beschränkten Zeit unberücksichtigt lassen, obschon sie ein nicht geringes Interesse darbieten und speziell inbetreff der Trainierungsfrage mit unserem engeren Thema Berührungspunkte haben. Was wir hier aber notwendigerweise näher behandeln müssen, das sind die bei demselben Individuum innerhalb kurzer Zeiträume stattfindenden Schwankungen der Größe der Vitalkapazität. Ich denke hier nicht an diejenigen Änderungen der Vitalkapazität, die beim Übergang aus einer Körperstellung in eine andere eintreten, und die, im Gegensatz zu der analogen Änderung der Mittelkapazität, rein mechanischen Verhältnissen zu verdanken sind; dieser Art ist z. B. die Verminderung der Vitalkapazität, die oft beim Übergang aus der stehenden in die liegende Stellung beobachtet wird, und die, sogar bei demselben Individuum, bald einer Vergrößerung der Residualluft, bald einer Abnahme der Totalkapazität zu verdanken ist, wie aus Nr. 2 und 3 der obenstehenden Tabelle hervorgeht. Solche durch rein mechanische Hindernisse der tiefsten Ein- oder Ausatmung verursachten Änderungen bieten nur geringes Interesse dar, und im folgenden sehen wir gänzlich von denselben ab. Es sind Änderungen ganz anderer Natur, die wir jetzt untersuchen werden; Änderungen, die bei unveränderter Körperstellung eintreten, und die durch vorausgehende stark forcierte Lungenarbeit hervorgerufen worden sind. Derartige Änderungen blieben früher unberücksichtigt, und die Vitalkapazität wurde, von kleineren zufälligen und unregelmäßigen Schwankungen abgesehen, im ganzen als eine für dasselbe Individuum innerhalb eines angemessenen Zeitraumes konstante Größe betrachtet. Dies ist aber doch nicht der Fall; es gibt geregelte, durch die vorausgehende Arbeit bedingte Schwankungen der Vitalkapazität, und es wird sich erweisen, daß gerade das Studium dieser Schwankungen für unsere Aufgabe besondere Bedeutung hat. Diejenigen Änderungen der Größe der Vitalkapazität, die als Folge einer vermehrten Lungenarbeit ein-

treten, sind stets Verminderungen der Kapazität, und sie treten nur dann ein, wenn an die Lungentätigkeit besonders große Forderungen gestellt werden. So tritt eine Verminderung der Vitalkapazität bei sehr anstrengender Muskelarbeit ein, z. B. bei einem forcierten Treppen-Hinauf- und Herunterlaufen; dies wird durch Versuch Nr. 1 der obenstehenden Tabelle illustriert. Hier ist die Vitalkapazität unmittelbar nach einem solchen anstrengenden Lauf um 300 cm^3 gesunken, kehrt aber nach Verlauf kurzer Zeit wieder auf ihre ursprüngliche Größe zurück. Ähnliches Verhalten sieht man bei Einatmung sauerstoffarmer Luft, wenn das Sauerstoffprozent so niedrig geworden ist, daß es sich nur mit Schwierigkeit ertragen läßt. Bei einer Arbeit, die nicht ganz so forciert ist, und beim Einatmen einer in geringerem Grade sauerstoffarmen Luft findet jedoch keine wesentliche Beeinflussung der Vitalkapazität statt, selbst wenn die Intensität der respiratorischen Arbeit hinlänglich zugenommen hat, um sich durch veränderte Mittellage der Lunge deutlich zu äußern.

Wie haben wir uns nun die soeben besprochene Einwirkung zu erklären, die eine angestrengte Arbeit auf die Vitalkapazität ausübt? Was ist in diesem Falle der Grund, daß letztere abnimmt?

Bevor wir zur Behandlung dieser Frage schreiten, müssen wir erst eine Unsicherheit besprechen, mit der die aus Vitalkapazitätsmessungen gezogenen Folgerungen leicht behaftet werden, und die davon herrührt, daß eine Änderung der Vitalkapazität zwei verschiedene Ursachen haben kann; so kann z. B. eine Verminderung der Vitalkapazität teils bedeuten, daß die Lunge sich während der tiefsten Einatmung nicht in demselben Maße füllen läßt wie vorher, und daß also die Totalkapazität geringer geworden ist; teils kann sie aber auch bedeuten, daß die Lunge nicht so vollständig geleert werden kann wie vorher, dann ist also die Residualluft vermehrt worden. Diese beiden Momente haben indes ja ganz verschiedene funktionelle Bedeutung, und für eine wirkliche Einsicht in die hier behandelten Erscheinungen gewährt eine isolierte Bestimmung der Vitalkapazität daher nur eine höchst mangelhafte Grundlage; erst wenn die Messung der Vitalkapazität mit der gleichzeitigen Messung der Residualluft verbunden wird, ist man imstande, sichere Schlüsse über die Volumenverhältnisse der Lunge zu ziehen.

Wie verhält es sich nun in dieser Beziehung mit der in unserem speziellen Falle beobachteten Verminderung der Vitalkapazität? Schon die subjektive Empfindung gibt den entscheidenden Eindruck, daß es sich hier um ein Versagen des Vermögens handelt, die forcierte Ausatmung so tief auszuführen, wie es sonst möglich wäre, und dies bestätigt die direkte Untersuchung, indem sie zeigt, daß die Verminderung der Vitalkapazität in der Tat einer Vermehrung der Residualluft zu verdanken ist; so zeigt sich in dem Beispiel Nr. 1 der Tabelle die

Residualluft um 0,5 l vergrößert. Infolge der stark angestrengten Arbeit ist also der Ausatmung ein Hindernis erwachsen, so daß die Lunge sich nicht einmal auf einen Augenblick so stark entleeren läßt, wie es gewöhnlich möglich ist. Da es unter diesen Verhältnissen weder eine Schwächung der Muskeln, noch irgendein mechanisches Hindernis der Ausatmung gibt, so ist anzunehmen, daß hier eine Reflexhemmung vorliegt, dadurch verursacht, daß die Lunge nicht einmal auf ganz kurze Zeit in einer so zusammengefallenen Lage, wie sie der gewöhnlichen tiefsten Ausatmung entspricht, befriedigend zu fungieren vermochte; die forcierte Ausatmung ist dann in einem verhältnismäßig frühen Stadium durch einen zwangsmäßigen Reflex gehemmt worden.

Man kann hier ebenso wie hinsichtlich der Änderungen der Mittelkapazität die Frage stellen, ob dieses mangelhafte Atmungsvermögen wesentlich von dem Umstande herrührt, daß die respiratorische Oberfläche die Verminderung nicht ertragen kann, wenn der Luftwechsel in hinlänglichem Umfange stattfinden soll, oder ob hier namentlich die Kreislaufsverhältnisse maßgebend sind, und ob der Widerstand in den Lungenkapillaren während der stark vermehrten Blutströmung keine Vergrößerung erträgt, ohne das Herz zu überanstrengen. Alles scheint mir nun dafür zu sprechen, daß letzterem Moment die entscheidende Bedeutung beizumessen ist; nicht nur ist die Zunahme der Residualluft stets mit einem sehr beträchtlichen Steigen der Pulsfrequenz verbunden (siehe Nr. 1 der Tabelle), sondern, was noch wesentlicher ist, es unterbleibt auch gänzlich die Vermehrung der Residualluft, wenn die Herztätigkeit sich unverändert hält, selbst wenn zu gleicher Zeit große Forderungen eben an die gassekretorische Arbeit der Lunge gestellt werden und die Mittelkapazität infolge dessen stark zugenommen hat, so, wie es nach dem, was wir im vorhergehenden gesehen haben, beim Einatmen einer kohlensäurehaltigen Luft der Fall ist (Nr 5 der Tabelle). Daß es die Zirkulationsverhältnisse sind, von denen die Hindernisse der Ausatmung herrühren, wird auch in hohem Maße dadurch wahrscheinlich, daß selbst ein so kurzdauerndes Zusammenfallen der Lunge, wie dasjenige, von dem bei der Bestimmung der Vitalkapazität die Rede ist, sich nicht ertragen läßt.

Die Resultate, zu denen wir im vorhergehenden inbetreff der funktionellen Volumenänderungen der Lunge gelangten, lassen sich somit dem oben Entwickelten zufolge in zwei gemeingültige Regeln zusammenfassen. Die Mittelkapazität (oder das Volumen der Lunge während der natürlichen Atmung) nimmt stets reflektorisch ihre Einstellung den an die Lungenarbeit gestellten Forderungen gemäß ein, indem sie gleichzeitig mit dieser anwächst und abnimmt. Die Menge der Residualluft erweist sich ebenfalls als bis zu einem gewissen Grade von der Lungenfunktion abhängig, doch tritt diese Abhängigkeit erst dann hervor, wenn die Herztätigkeit infolge einer sehr angestrengten

Arbeit stark beeinflußt worden ist; es tritt dann eine Vermehrung der Residualluft ein.

Es sind die auf diese Weise gewonnenen Aufschlüsse über den normalen Zusammenhang zwischen dem Volumen der Lunge und ihrem funktionellen Zustande, die wir zugrunde legen müssen, wenn wir nun im folgenden zum zweiten Teil unserer Aufgabe schreiten und diejenigen pathologischen Änderungen des Volumens der Lunge betrachten, die wir im allgemeinen als Emphysem bezeichnen können, indem wir dieses Wort im weitesten Sinne nehmen. Die emphysematöse Erweiterung der Lunge ist bekanntlich ein Symptom, das einer Reihe verschiedener Krankheiten gemein ist; bei einigen derselben tritt dieses Symptom mehr zurück und ist zunächst eine das Hauptleiden begleitende Nebenerscheinung; in anderen Fällen tritt das Emphysem dagegen als herrschendes Hauptsymptom auf, das die ganze Krankheit zu bedingen scheint.

Der Gegenstand der folgenden Erörterungen ist nun die Pathogenese dieses Symptoms, unter der Beleuchtung der funktionellen Volumenänderungen betrachtet, welche die Lunge unter normalen Verhältnissen erleidet. Von diesem Gesichtspunkte aus behandelt, wird es sich erweisen, daß die Pathogenese der Lungenerweiterung bei den verschiedenen Krankheiten, wenigstens bei einer Mehrzahl derselben, gemeinschaftliche Grundzüge darbietet, die wieder zu einer in mehreren Punkten von der üblichen Auffassung abweichenden Ansicht von der Stellung dieses Symptoms in dem gesamten Krankheitsbilde führt.

Ich beginne mit der Betrachtung solcher Fälle, wo eine akute Lungenblähung nach einer angestrengten Arbeit entsteht, ohne daß sich ein vorhergehendes Lungenleiden feststellen läßt. Typische Krankheitsbilder dieser Art, wo die Lungenblähung erheblich war, liegen in der Literatur vor; geringere Grade der Lungenblähung lassen sich, der Mitteilung eines militärärztlichen Kollegen zufolge, zuweilen bei Rekruten nachweisen, die nach überanstrengenden Übungen über Herzpalpitationen klagen, ohne daß die Lunge sonst krankhafte Symptome darbietet. Eine solche Lungenblähung kann man nun weder mechanischen Hindernissen der Atmung, noch Änderungen der Elastizität der Lunge zuschreiben; selbst wenn es möglich wäre, sich zu denken, daß eine Verminderung der Elastizität der Lunge unter solchen akuten Formen auftreten könnte, so ist doch nicht zu ersehen, wie dieselbe eine Zunahme der Residualluft sollte bewirken können, da eine kräftige Anwendung der Exspirationsmuskeln, solange der Thorax noch völlig beweglich ist, die Lungen leicht in die Lage der tiefsten Exspiration zu führen vermöchte, selbst wenn der elastische Zug derselben geringer als normal wäre. Wenn unter diesen Verhältnissen die Residualluft zugenommen hat, so ist die Erklärung dieses Umstandes in einer Reflexhemmung zu suchen. Der Gedanke richtet sich hierdurch,

wie auch wegen der gleichzeitigen Vermehrung der Mittelkapazität und der Ätiologie der Krankheit, auf die analogen Änderungen der Lungenvolumina, die, wie wir fanden, unter normalen Verhältnissen nach einer stark anstrengenden Muskelarkeit eintreten. Allerdings war in den oben angeführten Beispielen das Zunehmen der Residualluft unter diesen Umständen nur von kurzer Dauer; dies war aber eine Folge der besonderen Form der dort angewandten Arbeit, indem es der Zweck war, durch eine möglichst forcierte Arbeit eine starke Dyspnoe und Steigerung der Herztätigkeit im Laufe kurzer Zeit zu erzielen; hier ist die Nachwirkung denn auch nur von kurzer Dauer. Wird dagegen eine angestrengte Arbeit längere Zeit hindurch fortgesetzt, so erhält sich auch die entstandene Vermehrung der Residualluft lange; so fand DURIG[1]) bei zwei normalen Personen nach einem angestrengten Gebirgsmarsch eine Vermehrung der Residualluft, deren Dauer sich über mehrere Tage erstreckte, ohne Zweifel weil das Herz hier verhältnismäßig längere Zeit braucht, um sich nach den Folgen seiner bedeutenden Anstrengung während des Marsches zu erholen.

Es gibt dann eine Reihe kontinuierlicher Übergänge aus derjenigen Vermehrung der Mittelkapazität und der Residualluft, die bei normalen Menschen durch starke Arbeit erzeugt wird, bis zur pathologischen Lungenblähung. Hier bestimmte scheidende Grenzen zu ziehen, halte ich für unmöglich, und wir werden daher bewogen, in Analogie mit den normalen Verhältnissen auch die hier besprochene pathologische Lungenblähung als eine reflektorische Einstellung auf Erleichterung der Herzarbeit zu betrachten. Das Pathologische ist darin zu suchen, daß eine verhältnismäßig geringere Arbeit eine beträchtlichere Volumenänderung als die normale erzeugt, und der Grund hiervon ist wieder darin zu suchen, daß das Herz weniger widerstandsfähig ist. Die größere oder geringere Schwächung des Herzens wird daher für den Grad und die Dauer der Lungenblähung maßgebend sein, und hierdurch wird auch die prädisponierende Bedeutung einer vorhergehenden Infektionskrankheit, wie Pneumonie oder Typhus, verständlich. Ist die hier vorgebrachte Auffassung richtig, und hierauf scheint mir alles hinzudeuten, so ist die akute Lungenblähung nicht als eine Beschädigung der Lunge, sondern als ein zweckmäßiger kompensatorischer Reflex zu betrachten, der entstandene Zirkulationsschwierigkeiten zu beseitigen sucht.

Diese Ansicht muß dann zugleich auf die Verhältnisse beim typischen cardialen Emphysem ausgedehnt werden, wo sich primär ein organisches Herzleiden findet; auch hier liegt es nahe, den Ursprung der Lungenblähung in einem zweckmäßigen Reflex zu suchen, mittels dessen der Widerstand gegen die Strömung des Blutes im

1) Zentralbl. f. Physiol. 17, 258, 1903.

kleinen Kreislauf vermindert wird. Demnach sollte man erwarten, daß die kompensatorische Lungenblähung eine Erscheinung wäre, die oft schwere Herzleiden begleitete; in der Tat hat Rubow[1]) auch durch direkte spirometrische Bestimmungen eine bedeutende Vermehrung der Mittelkapazität und der Residualluft bei den von ihm untersuchten Kranken mit nichtkompensierten Herzfehlern gefunden.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Formen der Lungenerweiterung hat bei dem chronischen substantiellen Emphysem das primäre Leiden seinen Sitz in der Lunge selbst. In den typischen Fällen beginnt das Leiden mit einem chronischen Bronchialkatarrh; dieser führt allmählich zu einem Emphysem, das schließlich als das Hauptsymptom in den Vordergrund tritt. Die histologische Untersuchung zeigt Entartung und Abstoßung des Epithels und starken Schwund der Kapillargefäße; daß das Emphysem hier sekundär als eine Folge des primären Lungenleidens auftritt, unterliegt keinem Zweifel; dagegen divergieren die Ansichten bedeutend, wenn davon die Rede ist, wie wir uns es näher zu erklären haben, daß sich unter den gegebenen Verhältnissen eine solche Lungenerweiterung entwickelt.

Auf eine detaillierte Erörterung dieser Ansichten kann ich hier nicht eingehen. Ich bemerke nur in Kürze, daß man, wenn man von der Ansicht Freunds absieht, der das primäre Element in einer Änderung eben der Thoraxwandung sucht, im allgemeinen — man möge nun von der sogenannten Inspirations- oder der Exspirationstheorie ausgehen — einer vermeintlichen Änderung der Elastizität des Lungengewebes die wesentliche Bedeutung zugeschrieben hat, wenigstens um das Andauern des emphysematösen Zustandes über die bronchitischen Anfälle hinaus zu erklären. Eine derartige Verminderung der Elastizität der Lunge hat man jedoch keineswegs nachzuweisen vermocht. Die neueren pathologisch-anatomischen Untersuchungen sprechen nicht dafür, und direkte Versuche haben mir gezeigt, daß die postmortale Bestimmung des Donderschen Druckes, wie sie früher bei Untersuchungen dieser Art herangezogen ist, wenigstens in den von mir untersuchten Fällen, nur illusorische Werte gibt, weil die kleinen Luftwege entweder durch Transsudation oder durch Zusammenklappen der Wände obstruiert worden sind; hierdurch läßt es sich auch erklären, daß die emphysematösen Lungen nach Öffnen des Brustraumes nicht dermaßen zusammenfallen wie die normalen. Vielleicht ließe sich die Frage lösen, wenn man Gelegenheit hätte, den inneren pleuralen Druck nach der von Aron[2]) angegebenen Methode an Lebenden zu messen; solche Messungen liegen aber, meines Wissens, nicht mit bezug auf Emphysema-

1) Kliniske Undersögelser fra Kgl. Frederiks Hospital. Afd. B, herausgegeben von K. Faber, S. 133.

2) Virchows Archiv 126, 517, 1891.

töse vor. Ob die Elastizität der Lunge in diesen Fällen wirklich abgenommen hat, läßt sich deshalb nicht mit Sicherheit sagen, jedenfalls können wir aber die unmittelbare Ursache der Lungenerweiterung nicht in einer derartigen Veränderung suchen; solange der Thorax noch mobil ist, werden die Lungen dennoch mittels einer muskulären Exspirationsanstrengung geleert werden können. Die genannten mechanischen Erklärungen sind deshalb als nur wenig befriedigend zu bezeichnen, und es scheint mir weit näher zu liegen, auch hinsichtlich des chronischen substantiellen Emphysems eben die Erweiterung der Lunge als einen kompensatorischen Reflex aufzufassen. Das Verhalten wäre dann folgendes: Je nachdem das Epithel und die Gefäße während des Verlaufs des chronischen Bronchialkatarrhs zugrunde gehen, werden die Bedingungen für die Lungenarbeit schlechter, indem eine Verringerung sowohl der Größe der effektiven respiratorischen Oberfläche, als auch der Gefäßversorgung eintritt; die Lunge nimmt dann reflektorisch eine mehr erweiterte Lage ein, um auf diese Weise den durch die Entartung des Gewebes verursachten Verlust an Funktionsfähigkeit auszugleichen. Die Vermehrung der Mittelkapazität geschieht hier in völliger Analogie mit derjenigen, die bei Normalen nach einer angestrengten Arbeit stattfindet, und zwar ebenso zwingend und unbewußt. Während sie aber bei Normalen vorübergehend ist und während der Ruhe schwindet, ist sie beim Emphysem andauernd in demselben Umfange, wie die Entartung des Gewebes irreparabel ist. Das Anpassungsvermögen des Organismus bewirkt nun, daß die Form und Beweglichkeit des Brustkastens sich nach und nach der neuen Mittellage gemäß ändern. Nach dieser Ansicht ist die Lungenerweiterung nicht als ein wesentlicher Teil des Leidens aufzufassen, sondern als ein reflektorisches Bestreben, den eingetretenen Funktionsstörungen abzuhelfen. In welchem Umfange es auf diese Weise gelingt die Störungen zu kompensieren, das wird selbstverständlich von dem Grade des primären Leidens und von den Forderungen, die an die Tätigkeit des Organismus, besonders an die Muskelarbeit, gestellt werden, abhängig sein; je größer letztere ist, um so intensiver wird sowohl die gassekretorische Arbeit, als auch die Blutzirkulation, und um so leichter wird die Kompensation versagen. Ob in dem einzelnen Falle die gassekretorische oder aber die zirkulatorische Funktion in größerem Umfange von dem Leiden betroffen wird, läßt sich nur durch direkte Versuche entscheiden. Mit bezug auf diese Frage habe ich an einer an typischem chronischen Emphysem Erkrankten eine Reihe Bestimmungen ausgeführt, die ich mir hier mitzuteilen gestatte. Es handelt sich um eine 27jährige Frau, bei der sich im Laufe von 9 Jahren nach einem chronischen Bronchialkatarrh ein Emphysem entwickelt hat; das Herz bietet nichts Abnormes dar. Nachdem die Bronchitis, wegen der sie jetzt im Hospital Aufnahme gefunden, sich wesent-

lich verloren hatte, führte ich im Laufe eines Monats eine längere Reihe Bestimmungen aus, indem ich sowohl das Volumen der Lunge, als auch den respiratorischen Stoffwechsel während der Einatmung teils atmosphärischer Luft, teils verschiedener Luftmischungen mit verschiedenem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt maß. Solcher Versuche habe ich an diesem Individuum im ganzen 32 ausgeführt. Indem ich die Einzelheiten der Versuche übergehe, führe ich die wesentlichen Resultate in nachfolgender Tabelle an.

	Gewicht in kg	Vitalkapazität	Residualluft	Totalkapazität	Mittelkapazität	In Proz. der Totalkapazität: Residualluft	In Proz. der Totalkapazität: Mittelkapazität
Mittelzahl für 9 Frauen	60,7	3,26	1,17	4,43	2,60	26,4	58,7
Die Emphysemkranke	48	2,18	1,51	3,69	2,60	40,9	70,5

Die Lungenvolumina zeigten bedeutende Vermehrung sowohl der Mittelkapazität, als auch der Residualluft, wie aus vorstehender Tabelle zu ersehen, wo des Vergleiches wegen die Durchschnittswerte für neun normale junge Frauen angeführt sind. Neben der Vergrößerung des Volumens wurde ein zweites pathologisches Moment versuchsweise nachgewiesen, indem die Mittelkapazität keine Veränderungen beim Einatmen sauerstoffarmer oder kohlensäurereicher Luft zeigte und beim Übergang aus der stehenden in die liegende Stellung nur eine geringe Verminderung um wenig mehr als 100 cm^3. Die normalen funktionellen Veränderungen der Lungenvolumina waren mithin fast verwischt, was nur da zu erwarten war, wo man annehmen muß, daß der krankhafte Zustand die reflektorische Einstellung der Lunge stark in Anspruch genommen hat. Der respiratorische Stoffwechsel erwies sich stets als normal mit einer Stoffaufnahme von ca. 5 cm^3 pro Kilogramm und Minute und einem respiratorischen Quotienten von ca. 0,8. Eine verhältnismäßig geringe Vermehrung der Muskelarbeit verursachte Kurzatmigkeit und Herzklopfen; um nun zu erfahren, ob die Ursache dieser Beschwerden wesentlich in Schwierigkeiten der gassekretorischen Arbeit oder in einer erschwerten Blutzirkulation durch die Lunge zu suchen sei — sowohl erstere, als auch letztere nimmt ja bei Muskelarbeit zu —, stellte ich eine Reihe von Versuchen mit Einatmung kohlensäurereicher und sauerstoffarmer Luft an. Eine

Luft mit 3 Proz. Kohlensäure rief außer der gewöhnlichen Vermehrung der Lungenventilation keine Beschwerden hervor, und — was noch entscheidender war — eine Luft, die etwas weniger als 12 Proz. Sauerstoff enthielt, ertrug die Kranke ebenso gut wie normale Personen, ohne daß der Stoffwechsel merkbar beeinflußt wurde. Es läßt sich hier daher nicht annehmen, daß die gassekretorische Arbeit mit besonderen Schwierigkeiten verbunden war, und daß dies nicht der Fall war, wird dadurch bestätigt, daß die Alveolenluft während der Einatmung atmosphärischer Luft die gewöhnliche Zusammensetzung hatte, indem sie ca. 5,3 Proz. Kohlensäure enthielt, so daß das Verhältnis zwischen Kohlensäureausscheidung und Lungenventilation sich als normal erweist. Die obengenannten Beschwerden, die sogar bei geringer Muskelarbeit entstehen, sind deshalb in dem hier untersuchten Falle bronchitischen Emphysems ohne Zweifel Schwierigkeiten der Anpassung an die während der Arbeit gesteigerte Blutdurchströmung zu verdanken. Ob dies das allgemeine Verhalten ist, darüber können uns nur fortgesetzte, auf eine größere Anzahl Individuen ausgedehnte Untersuchungen belehren. Berücksichtigt man die bedeutenden individuellen Variationen des Krankheitsbildes, so wird die Vermutung wohl am meisten für sich haben, daß in anderen Fällen hauptsächlich die Gassekretion leidet; von besonderem Interesse in dieser Beziehung wird vielleicht die Untersuchung von Fällen des typischen asthmatischen Emphysems sein.

Von der funktionellen Bedeutung der normalen Volumenänderungen der Lunge ausgehend, sind wir also zu einer Auffassung gelangt, die uns die pathologische Lungenerweiterung als eine der normalen Lungenerweiterung prinzipiell gleichartige Erscheinung zeigt. Sowohl bei der akuten Lungenblähung, als auch bei dem cardialen und dem substantiellen Emphysem wurden wir bewogen, die Vermehrung der Mittelkapazität und der Residualluft als eine reflektorische Einstellung der Lunge zu betrachten, die geeignet ist, den primären Funktionsstörungen abzuhelfen, indem sie dem Kreislauf der Lunge und dem respiratorischen Stoffwechsel bessere Bedingungen verschafft.

Zum Schluß will ich noch in aller Kürze die Aufmerksamkeit darauf hinlenken, daß die Bedeutung des vikariierenden Emphysems ebenfalls in den durch dieses erzeugten besseren Arbeitsbedingungen für die gesunden Teile der Lunge zu suchen ist.

Dagegen glaube ich, daß andere, verhältnismäßig seltenere Formen des Emphysems anders zu erklären sind, und zwar in der Weise, daß bei ihnen eben der reflektorische Einstellungsapparat selbst krankhaft beeinflußt wird, weshalb der Reflex hier nicht mehr unter der

Botmäßigkeit der zweckmäßigen Anpassung steht. Hierher wären solche Fälle zu rechnen, wo entweder die Thoraxwandung nach Art der Freundschen Anschauung primär leidend ist, oder wo die afferenten Nerven in irregulärer Weise gereizt werden. Das Emphysem, welches zuweilen bei Nasenerkrankungen entsteht, findet wahrscheinlich seine Erklärung durch eine solche abnorme Reizung afferenter Nerven, und etwas Ähnliches dürfte wohl mit der akuten Lungenblähung bei Angstzuständen Geisteskranker[1]) der Fall sein. — In solchen Fallen hätten wir dann eine Form des Emphysems vor uns, die bezüglich der Pathogenese von den oben behandelten Formen akuter und chronischer Emphyseme sich prinzipiell unterscheiden würde. Daß ein solcher Zustand beim längeren Bestehen sich als der Lungenfunktion schädlich erweisen wird, kann nicht bezweifelt werden; schon der Wegfall der normalen feinen Regulation der Lungenmittellage mag für die Funktion bedenklich sein; die weiteren Folgen einer solchen Regulationsstörung lassen sich aber, soviel ich sehe, bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse nicht feststellen.

Indem ich diese kurze Übersicht der pathologischen Änderungen des Lungenvolumens schließe, fühle ich wohl, wie viele experimentelle Untersuchungen noch notwendig sind, bevor die hier behandelte Frage nur als einigermaßen gelöst betrachtet werden kann; ich hege die Hoffnung, daß bei solchen Untersuchungen sich auch ferner das Anknüpfen an die normalen funktionellen Änderungen als ein fruchtbarer Weg zeigen wird.

1) Ziehrmann, Münch. med. Wochenschr. 1894.

2.

Die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen.

(Zweites Referat.)

Von

N. Ph. Tendeloo.

(Mit 2 Kurven.)

Sehr geehrte Herren!

Ihrer ehrenvollen Aufforderung Folge leistend, will ich versuchen, „die funktionelle Bedeutung des Lungenvolumens in normalen und pathologischen Zuständen" klar zu legen, soweit mir das jetzt möglich ist.

Ich werde das nicht versuchen vom Standpunkte des Pathologen aus, denn bei diesem Gegenstand zeigt sich gerade, daß Physiologie, Pathologie und Klinik unzertrennliche Unterteile sind der großen unteilbaren medizinischen Wissenschaft. Es ist dies aber nicht als ein Nachteil zu betrachten. Im Gegenteil, ich rechne es mir zu einem Vorrecht, einen Gegenstand zu behandeln, der den festen Zusammenhang jener drei Schwesterwissenschaften scharf hervortreten läßt.

Um jedem Mißverständnis vorzubeugen, muß zunächst hervorgehoben werden, daß wir hier eine statische Frage zu beantworten suchen, d. h. daß wir die Lunge zwar in verschiedener Größe, aber jedesmal in Ruhe betrachten und den intrapulmonalen Luftdruck dem atmosphärischen gleich denken.

Welche Bedeutung für die Funktion der Lunge hat nun die Zunahme des Lungenvolumens?

Erstens werde, meint Bohr, die respiratorische Oberfläche größer, zweitens werde der Blutstrom durch die Lunge erleichtert, indem die Kapillargefäßchen sich erweitern.

Diese beiden Faktoren verbessern die Bedingungen für die respiratorische Arbeit. Sofern eine aus irgend einem beliebigen Grunde entstandene Vermehrung der Residualluft als Emphysem bezeichnet wird, rufe nach Bohr die mit einer vermehrten Blutzirkulation verbundene

angestrengte Lungentätigkeit regelmäßig ein normales temporäres Emphysem hervor.

Die Erweiterung der Lunge beim akuten Emphysem sei somit nicht als eine Schädigung der Lunge, sondern als ein kompensatorischer zweckmäßiger Reflex aufzufassen. Dieser setze den Organismus instand, höheren Anforderungen zu genügen. Der Gedankengang Bohrs führt ihn ferner zur Annahme:

1. Das chronische vikariierende sowie das substantielle Emphysem sei ein zweckmäßiger Reflex ebenso wie das sogenannte „normale" akute Emphysem.

2. Das vikariierende Emphysem entstehe in vorher gesundem, das substantielle Emphysem in vorher erkranktem Lungengewebe.

Betrachten wir jetzt den Gedankengang Bohrs und seine Schlußfolgerungen etwas näher.

Zunächst die erste Schlußfolgerung: Das chronische Emphysem sei ebenso wie das akute, „normale" Emphysem ein zweckmäßiger Reflex.

Inwiefern hier von einem Reflex die Rede sein kann, möge dahin gestellt bleiben; später komme ich hierauf zurück. Ich will mich auf die Frage beschränken, ob die dauernde Vergrößerung des Lungenvolumens überhaupt als eine zweckmäßige Abweichung zu begrüßen sei.

Welchen Einfluß übt sie auf die Funktion der Lunge aus? Die dauernde Vergrößerung des Lungenvolumens könnte

1. den Gaswechsel,

2. die Zusammenziehungskraft der Lunge beeinflussen.

Was den Gaswechsel anbetrifft, scheint sich mir die Sache nicht ganz so einfach zu verhalten, wie sie Bohr darstellt. Der Kürze halber wollen wir uns auf die Aufnahme von Sauerstoff aus der Alveolarluft in das Blut beschränken. Es fragt sich dann: Welchen Einfluß erfährt diese Sauerstoffaufnahme durch eine Änderung des Lungenvolumens?

Die Größe der Sauerstoffaufnahme wird fast ausschließlich bedingt durch die Größe der Hämoglobinoberfläche, die in der Zeiteinheit mit Alveolarluft von normaler Zusammensetzung in genügend lange Berührung kommt. Stände das Blut still, so würde diese Hämoglobinoberfläche bei normaler Zusammensetzung des Blutes nur eine Funktion der Kapazität, d. h. des Inhaltes der Haargefäßchen der Lunge sein. Die Bronchialgefäßchen bleiben hier außer Betracht.

Nun strömt aber das Blut, und durch diese Strömung wird die Hämoglobinoberfläche, die mit der Alveolarluft in Berührung kommt, fortwährend erneuert und damit fortwährend vervielfacht. Je rascher der Blutstrom ist, desto größer wird, bei gleichbleibender Kapazität der Haargefäßchen, die Hämoglobinoberfläche, die in der Zeiteinheit mit Alveolarluft in Berührung kommt.

Wir haben hier also eine statische und eine kinetische Frage gesondert zu beantworten.

1. Die statische Frage lautet: Welchen Einfluß übt Änderung des Lungenvolumens auf die Kapazität der Haargefäßchen der Lunge?

2. Die kinetische Frage: Welchen Einfluß übt sie auf die Geschwindigkeit des Blutstroms aus?

Über den Einfluss der respiratorischen Volumenschwankungen der Lunge auf die Kapazität ihrer Gefäße sind schon zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. So haben Heger und Spehl beim Schaf geradewegs den Inhalt der Lungengefäße bei Ein- und Ausatmung bestimmt. Die Ergebnisse dieser wertvollen Untersuchungen sind aber für unseren Zweck unbrauchbar. War doch bei der inspiratorischen Vergrösserung der Lunge ein mächtiger kapazitätsvergrößernder Faktor wirksam, nämlich die intraalveoläre (intrapulmonale) Luftdruckerniedrigung, und bei der Ausatmung eine ebenso bedeutungsvolle kapazitätsverringernde intrapulmonale Luftdruckerhöhung tätig. Die Bedeutung dieser Faktoren kann man u. a. aus den Versuchen de Jagers[1]) ersehen.

de Jager hat den Einfluß der Vergrößerung und Verkleinerung des Lungenvolumens auf die Kapazität der Lungengefäße unter verschiedenartigen Bedingungen festzustellen gesucht. Wir müssen mit ihm annehmen, daß die Ergebnisse seiner genauen Untersuchungen uns nicht zu irgend einer Schlußfolgerung hinsichtlich der respiratorischen Kapazitätsänderungen der Lungengefäßchen im lebenden Körper berechtigen.

Aber auch wenn sichergestellt wäre, daß die Kapazität der Lungengefäßchen bei der ruhigen inspiratorischen Lungenvergrößerung und in der nach Einatmung zur Ruhe gekommenenen Lunge größer wäre als in der normalen Mittellage, so würde daraus noch nicht folgen, daß jede Vergrößerung des Lungenvolumens eine Zunahme der Kapazität der Lungengefäßchen zur Folge haben würde. Man könnte diese Frage an Lungen selbst zu beantworten suchen, indem man die Kapazität der Gefäßchen einer ruhenden Lunge bei verschiedenem Volumen, bei verschieden starker Ausdehnung bestimmte. Man würde dabei jedoch auf gewisse Schwierigkeiten stoßen. So wäre die Frage zu lösen, welchen Einfluß die Änderungen des intrathorakalen Druckes auf die arteriellen und venösen Gefäße ausüben; dann, ob die Ausdehnungsfähigkeit der Gefäßchen in den aus dem Körper herausgenommenen Lungen derjenigen im lebenden Körper gleichzustellen wäre, und schließlich, ob und inwiefern die ungleichmäßige Vergrößerung der einzelnen Lungenbläschen den Einfluß zunehmender Ausdehnung verhüllen würde. Letz-

1) S. de Jager, Over de bloedbeweging in de longen. Dissert. Leiden 1879.

tere Möglichkeit ergibt sich aus einigen einfachen Versuchen, die ich angestellt habe, um mir ein Urteil über die in Betracht kommenden Möglichkeiten zu bilden. Ich kann hier ebenso wenig wie in den später zu erwähnenden Versuchen auf Einzelheiten eingehen, später werde ich dieselben an anderer Stelle erörtern. Jetzt muß ich mich auf einige Ergebnisse beschränken.

Die Haargefäßchen der Lunge verlaufen geschlängelt. Bei Vergrößerung des Lungenvolumens wird notwendig diese Schlängelung schwächer, während die Gefäßchen weiterhin in verschiedenen Richtungen gedehnt werden. Ich habe somit die Frage zu beantworten gesucht, welchen Einfluß Entschlängelung und Dehnung nach verschiedenen Richtungen hin auf die Kapazität von elastischen Röhrchen ausübt. Dazu wurden Röhrchen aus feinstem Kautschuk, herstammend aus der Fabrik des Herrn Penin in Leipzig, angewendet. Der Radius des Lumens dieser Röhrchen betrug 0,1, bez. 1 und 2 mm, die Wanddicke von 0,75 bis 1,5 mm.

Wurde ein solches Röhrchen von 1 m Länge möglichst stark geschlängelt, so nimmt seine Kapazität höchstens 2 Proz. ab.

Bei fortgesetzter Dehnung des gestreckten Röhrchens nimmt die Kapazität zu, jedoch nicht gleichmäßig. Zunächst nimmt sie allmählich weniger zu als die Länge des Röhrchens. Weil nun die Kapazität dem Produkte von Länge und Durchschnitt des Lumens (Querschnitt) gleich ist und die Verlängerung gleichmäßig stattfand, so folgt aus dieser Beobachtung, daß der Querschnitt allmählich abnahm. Jedoch bis zu einer gewissen Grenze. Sobald das Röhrchen bis zu 3 oder 4mal seiner ursprünglichen Länge gedehnt war, nahm die Kapazität wieder rascher zu. Dann riss das Röhrchen aber bald ein.

Nun gestatten diese Ergebnisse durchaus keine Schlußfolgerung mit Hinsicht auf die Kapazität der Lungengefäßchen. Liegen diese doch in der Alveolenwand, so daß sie bei Ausdehnung der Lunge nach verschiedenen Richtungen hin gedehnt werden. Zur Bestimmung des Einflusses einer solchen allseitigen Dehnung und der Bedeutung einer Dehnung allein in einer Richtung, senkrecht auf der Röhrchenlänge, wurden Kautschukmembranen von mir angewendet. In einer solchen Kautschukmembran von 25 cm Länge und 25 cm Breite war ein (aus demselben Kautschuk bestehendes) Röhrchen eingeschmolzen, und zwar so, daß es in seinem ganzen Umfang durch eine gleich dicke Schicht Kautschuk bedeckt war, eine Schicht, so dick wie die halbe Membrandicke. Es wurden vier solche Membranen angewendet. Außerdem kamen 2 Membranen in Anwendung, bei denen das Röhrchen nicht gleichmäßig innerhalb der Membran eingeschmolzen, sondern derselben aufgeklebt war, so daß nur etwa ein Viertel des Röhrchenumfangs mit der Membran zusammenhing. Das Lumen dieser Membranröhrchen

hatte einen Radius von $^1/_4$, bezw. $^1/_2$ mm. Jede Membran wurde in mehreren Versuchsreihen angewendet.

Die Ergebnisse zeigten gewisse Schwankungen, die davon abhingen, ob die Membran zum ersten oder zum zweitenmal gedehnt wurde, von dem Grade der voraufgegangenen Dehnung, von ihrer Richtung. Der Kautschuk erholt sich gleichsam nach jeder Dehnung mehr oder weniger. Im allgemeinen waren die Kapazitätsänderungen größer, wenn die Membran vorher schon gedehnt worden war.

Die stärkste Dehnung (10 cm, also 40 Proz.) wurde erreicht, wenn sie nur nach einer Richtung hin, also dem Röhrchen parallel (Längsdehnung) oder senkrecht auf dasselbe (Querdehnung) stattfand. Bei Dehnung nach beiden Richtungen hin war das erreichte Maximum (einmal) 14 cm, also 56 Proz. Meist riß der Kautschuk schon vorher an irgend einer Stelle etwas ein. Bei allen Membranen ergab sich Kapazitätszunahme durch Längsdehnung; jedoch wurde die Zunahme allmählich geringer, sogar bedeutend.

Bei Querdehnung nahm die Kapazität des vollkommen in der Membran eingeschlossenen Röhrchens anfangs etwas zu, bald aber allmählich, sogar bedeutend ab.

Querdehnung der Membranen mit aufgeklebten Röhrchen vergrößerte die Kapazität.

Allseitige Dehnung aller Membranen hatte eine Zunahme der Kapazität zur Folge, die aber immer allmählich geringer wurde, bei den vollkommen eingeschlossenen Röhrchen einmal bei einer 16 prozentigen Dehnung bis auf Null sank.

Wollten wir diese Versuchsergebnisse auf die Kapazitätsänderungen der Lungengefäßchen infolge von Volumenvergrößerung der Lungen anwenden, so müßten wir zunächst wissen, ob sich die Lungenkapillaren vollkommen oder mehr wie die vollkommen eingeschlossenen oder wie die aufgeklebten Röhrchen verhalten. Dann müßten wir aber der Schlängelung der Kapillaren noch Rechnung tragen und an die Möglichkeit denken, daß besondere Anordnung der elastischen Fasern in der Umgebung der Blutkapillaren deren Kapazität bedeutend beeinflussen könnte. Auf die Bedeutung dieser Möglichkeit weisen die verschiedenen Ergebnisse der eingeschlossenen und aufgeklebten Röhrchen hin. Wenn wir aber von diesen Einzelheiten Abstand nehmen und uns darauf beschränken wollten, daß in allen Versuchen eine allseitige Dehnung Kapazitätszunahme zur Folge hätte, so könnten wir aus diesem Schlußergebnis noch nicht folgern, daß im allgemeinen Vergrößerung des Lungenvolumens Vergrößerung der Kapazität ihrer Haargefäßchen bedeute. Sahen wir doch, daß die Zunahme der Kapazität bei fortgesetzter Dehnung bis zu höchstens 56 Proz. immer kleiner wurde. Nehmen wir nun an, die Mittelkapazität der Lungen betrage 2750 ccm, wozu bei

jeder Einatmung 250 ccm kommen, so bedeutet das, daß das Lungenvolumen durch Vergrößerung bis zum Volumen wie bei ruhiger Einatmung 250/2750 = 1/11 = 9 Proz. zugenommen haben würde.

Wenn nun auch bei dieser Zunahme der Mittelkapazität der Inhalt der Blutgefäßchen sich vergrößert hätte, so würde diese Inhaltsvergrößerung bei fortgesetzter Zunahme des Lungenvolumens allmählich geringer werden. Durch Zunahme des Lungenvolumens wie bei tiefster Einatmung würde sich die Mittelkapazität der Lunge um 1750/2750 = 72 Proz. vergrößern.

Ich weise darauf hin, daß dieses nicht bedeutet, es nehme jedes Lungenbläschen um 72 Proz. an Umfang zu. Vergrößern sich doch die einzelnen Bläschen in ungleichem Maße.[1])

Wenn wir also annehmen, es steige die Kapazität der Lungengefäßchen bei Vergrößerung des Lungenvolumens anfangs an, so müssen wir die Möglichkeit anerkennen, daß diese Zunahme bei fortgesetzter Dehnung der Lunge einer Abnahme Platz machen wird.

Wann?

Diese Grenze können wir, wie aus Obigem erhellt, nicht andeuten. Aber wenn ein Lungenbläschen nicht nur 72 Proz., sondern wie beim Emphysem vielfach vergrößert ist, wird die Kapazität seiner Gefäßchen wahrscheinlich bedeutend abgenommen haben. Die Blaßheit emphysematösen Gewebes muß wohl nicht nur einer Verteilung derselben oder gar einer größeren Menge Blut über eine größere Oberfläche, somit einer relativen, sondern einer absoluten Blutarmut zugeschrieben werden, gleichgültig, ob das Emphysem akut oder chronisch ist. Der Pathologe, der sich die Bläschen makro- und mikroskopisch ansieht und dabei die fast unsichtbar gewordenen Blutkapillaren betrachtet, wird wohl schwer etwas anderes annehmen können, wenn auch die Verhältnisse noch nicht in Maß und Zahl angegeben werden können.

Es gebe fließende Übergänge vom „normalen" bis zum pathologischen Emphysem, nimmt Bohr an. Gewiß, so auch zwischen normalen und „normal emphysematösen" Lungenbläschen. Genau so, wie wir das von vielen pathologischen Abweichungen wissen und von so vielen anderen so gern annehmen. Aus dem Vorkommen von fließenden Übergängen zwischen einer voll entwickelten pathologischen Abweichung und der Anlage dieser Abweichung folgt aber noch nicht, daß, was für die Anlage gilt, auch für die voll entwickelte Abweichung zutrifft. Deshalb tun wir besser, erst dann von Emphysem zu reden, wenn die übermäßige Dehnung, d. h. die Alveolenerweiterung, mit dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbar ist und das Gewebe infolgedessen blaß ge-

1) Vergleiche unten und meine „Studien über die Ursachen der Lungenkrankheiten", Wiesbaden 1902.

worden ist. Gleichgültig, ob die Abweichung eine akute oder eine chronische ist.

Die klinischen Grenzen des Emphysems sind zur Zeit nichts weniger als klar. Das beschränkte Emphysem zu erkennen, ist der Kliniker nicht imstande. Ausgedehnte spirometrische und stethographische Untersuchungen sind hier erforderlich.

Wir müssen jetzt die zweite oben gestellte Frage zu beantworten suchen: Welchen Einfluß übt Änderung der Mittelkapazität auf die Geschwindigkeit des Blutstroms aus? Wie aus Obigem hervorgeht, nimmt notwendig mit dem Lungenvolumen, bei gleichem intraalveolärem Luftdruck, die Länge der Gefäßchen zu oder ab, die Schlängelung dementsprechend. Weil wir von Anderungen des Gefäßtonus dabei nichts wissen, dieselben aber nicht auszuschließen vermögen, können wir nichts Bestimmtes sagen vom Lumen der Gefäßchen bei mäßiger Zunahme des Lungenvolumens. Bei fortgesetzter Ausdehnung der Lunge werden die Gefäßchen aber sicher verengt. Das geht aus den mikroskopischen Bildern emphysematösen Lungengewebes hervor.

Wir haben somit in der Streckung und Erweiterung der Gefäßchen Faktoren, welche den Widerstand für den Blutstrom erniedrigen, in der Verlängerung und Verengerung widerstandserhöhende Faktoren. Von der algebraischen Summe dieser Faktoren wird die Stromgeschwindigkeit bestimmt. Daß sie, wie Bohr annimmt, mit dem Lungenvolumen zunähme, ist durchaus unerwiesen. Bei mäßiger Vergrößerung des Lungenvolumens wäre Vermehrung der Stromgeschwindigkeit noch möglich, hei starker Zunahme muß sie jedoch als unwahrscheinlich betrachtet werden, weil hier die Verlängerung und Verengerung der Streckung gegenüber in den Vordergrund treten.

Außerdem wäre noch in Rechnung zu ziehen, ob das ganze Stromgebiet oder nur ein Abschnitt desselben eine Kapazitätsänderung seiner Gefäßchen erleidet, und wie groß dieser Abschnitt ist. Denn die Lungenbläschen erweitern sich nie in gleichem Maße, wie wir weiter unten besprechen werden.

Diese ungleichmäßige Vergrößerung der Lungenbläschen ist auch mit Hinsicht darauf von Bedeutung, daß sich aus derselben die Möglichkeit ergibt, daß in einer gewissen Anzahl Lungenbläschen Blutgehalt und Stromgeschwindigkeit zunehmen, in anderen, stärker vergrößerten aber beide abnehmen. Wer nun den gesamten intrapulmonalen Gaswechsel bestimmt, hat somit daran festzuhalten, daß er eine algebraische Summe bestimmt und die Auskunft keine für alle Bläschen gültige Schlußfolgerung gestattet.

Aber setzen wir den Fall, daß die Stromgeschwindigkeit des Blutes zunehme, so würde sich fragen: Welche Bedeutung hat das für den intrapulmonalen Gaswechsel? Daß die Hämoglobinoberfläche, die in

der Zeiteinheit mit der Alveolarluft in Berührung kommt, zunimmt. Bedeutet das einen Zuwachs der Sauerstoffaufnahme?

Diese Frage läßt sich zur Zeit, soweit ich sehe, nicht beantworten. Denken wir uns nämlich die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes anfangs = Null und dann allmählich zunehmend, so wird die Sauerstoffaufnahme ansteigen. Es wird aber einmal der Augenblick kommen, wo die Dauer der Berührung von Hämoglobin und Alveolarluft zur Sättigung des Hämoglobins mit Sauerstoff nicht ausreicht. Die Sauerstoffaufnahme wird dann geringer. Es gibt somit — theoretisch betrachtet — ein Optimum der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes, oberhalb und unterhalb dessen die Sauerstoffaufnahme abnimmt. Wo die Grenzen dieses Optimums liegen, wissen wir nicht. Soweit mir bekannt geworden ist, hat man die zur Sättigung des Hämoglobins mit Sauerstoff erforderliche Zeit weder in vitro, noch in vivo bestimmt. Und die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes während der Ein- und Ausatmung ist uns ebenso wenig bekannt.

Wir hätten außerdem noch die Längengeschwindigkeit v und Volumengeschwindigkeit V des Blutstromes zu unterscheiden. Letztere ist dem Produkte von Längengeschwindigkeit und Durchschnitt des Gefäßes gleich, also $V = v \cdot \pi r^2$. Die Volumengeschwindigkeit bestimmt die durchströmende Blutmenge, somit die Größe der Hämoglobinoberfläche, die in der Zeiteinheit mit Alveolenluft in Berührung kommt. Die Längengeschwindigkeit bestimmt die Berührungsdauer von Hämoglobin und Sauerstoff. Nun hätten wir also damit zu rechnen, daß die Volumengeschwindigkeit πr^2 mal rascher zunimmt als die Längengeschwindigkeit. Möglich wäre, daß, was an Berührungsdauer verloren wird, in der größeren Hämoglobinoberfläche Kompensation oder sogar Überkompensation fände, abhängig von der Stromgeschwindigkeit.

Wir sind somit nicht imstande, den Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes auf den intraalveolären Gaswechsel in Rechnung zu ziehen.

Alles in allem läßt sich also zur Zeit noch nicht bestimmen, ob eine mäßige Zunahme des Lungenvolumens einen zweckmäßigen Vorgang darstellt. Wenn aber die Vergrößerung der Lungenbläschen eine bedeutende, eine vielfache ist, so daß das Gewebe blaß geworden ist, kann man eine stärkere respiratorische, eine vikariierende Arbeit dieses Gewebes noch weniger ohne weiteres annehmen. Von vornherein ist eine Herabsetzung ihrer Funktion weit wahrscheinlicher.

Die Zweckmäßigkeit eines Vorganges dürfen wir nur anerkennen oder verneinen als die notwendige Schlußfolgerung einer abgeschlossenen Reihe vollständiger physio- und pathologischer Untersuchungen. Und davon sind wir noch weit entfernt.

So wertvoll die Untersuchungen Bohrs auch sind, so können wir seine Erklärung des Emphysems nicht annehmen. Die von ihm ange-

nommene Zweckmäßigkeit ist eine Voraussetzung, nicht eine notwendige Schlußfolgerung. Und auch seine zweite Annahme, das chronische Emphysem entstehe in vorher erkranktem Lungengewebe, stützt sich nicht auf anatomische und klinische Untersuchungen. Von einer solchen primären Erkrankung ist uns nichts bekannt. Bohr setzt hier m. E. zu viel voraus.

Was hier für das Blut und die Blutgefäße gesagt wurde, gilt mutatis mutandis auch für die Lymphe uud die Lymphgefäße.

Wir müssen jetzt den Einfluß des Lungenvolumens auf die Zusammenziehungskraft erörtern, d. h. den Einfluß auf eine wichtige, auf die exspiratorische Tätigkeit der Lunge. Wenn man den Brustkasten einer Leiche eröffnet, so ziehen sich die Lungen zusammen durch die Federkraft der gedehnten elastischen Fasern, weil durch die Eröffnung der Brusthöhle die dehnende Kraft zu wirken aufhört. Im lebenden Körper üben auch die Bronchialmuskeln einen gewissen Einfluß auf das Lungenvolumen aus, der aber dem der elastischen Fasern gegenüber in den Hintergrund rückt. Die Wirkungsweise der Bronchialmuskeln ist noch nicht vollkommen klar, ebenso wenig wie die Anordnung der Muskelzellen. Es kommen neben ringförmigen sicher auch mehr oder weniger spiralförmig angeordnete Muskelzellenbündel vor. Von einem Tonus dieser Muskeln ist nichts Sicheres bekannt geworden. Soviel ich weiß, ist ja der Beweis nicht erbracht worden, daß Durchschneidung des Vagus ohne weiteres Vergrößerung des Lungenvolumens zur Folge hat. Im folgenden beschränken wir uns auf die elastischen Fasern: ihre Federkraft bestimmt ceteris paribus das Lungenvolumen.

Wie wird nun die Elastizität dieser Fasern vom Lungenvolumen beeinflußt?

Diese Frage kann jetzt nur unvollständig beantwortet werden. Es ist die Bedeutung von Dehnung verschiedenen Grades und verschiedener Dauer noch nicht gesetzmäßig untersucht worden. Wir können jedoch folgendes annehmen.

Starke Dehnung kurzer Dauer vermag wahrscheinlich die Elastizität der elastischen Lungenfasern mehr oder weniger zu verringern — ein Punkt, auf den ich später zurückkomme —, vernichtet wird sie aber nicht. Wenn man in einem akut emphysematösen Lungenläppchen, dessen Bronchus z. B. durch Bronchiolitis erheblich verengt war, eine ganz feine Stichöffnung macht, so entweicht die unter hoher Spannung stehende intraalveoläre Luft laut zischend. Diese hohe Spannung verdankte die Luft eben der Federkraft der sich verengernden Lungenbläschen. Als sich das Lungenläppchen nach Eröffnung der Brusthöhle zusammenzog, wurde zugleich der Bronchus durch Zusammenziehung abgeschlossen. Die intraalveoläre Luft konnte infolgedessen nicht entweichen, bevor die Stichöffnung angebracht worden war.

Übrigens hat namentlich Perls[1]) die Zusammenziehungskraft der Lunge nach Eröffnung der Brusthöhle manometrisch untersucht.

Wir müssen annehmen, die Federkraft der Lunge sei durch chronisches Emphysem herabgesetzt. Demgegenüber wird angeführt, daß Perls in einem Fall von Ileotyphus ohne Emphysem einen besonders niedrigen Wert erhielt. Wir dürfen jedoch die Fehlerquellen bei diesen Bestimmungen nicht außer acht lassen. Die Grösse der Zusammenziehung der Lunge wird nicht allein von ihrer Zusammenziehungskraft (Federkraft), sondern auch von dem Widerstand bedingt. Nun ist dieser Widerstand erhöht in blutreichem nnd ödematösem Lungengewebe. Auch kann der Widerstand zunehmen durch hyperämische oder entzündliche Verengerung der Bronchiolen. Ziehen sich dieselben nach Eröffnung der Brusthöhle wie die Lungenbläschen zusammen, so kann die Verengerung sogar einer Abschließung Platz machen. So kann sich die Beobachtung von Perls erklären; beim Ileotyphus ist das Lungengewebe ja gewöhnlich blutreich oder gar ödematös und ist eine Bronchialentzündung ebenfalls ein alltägliches Vorkommnis.

Auf der anderen Seite erleichtert Bronchialerweiterung die Zusammenziehung der Lunge. So erklärt sich die mitunter relativ starke Zusammenziehung der senil emphysematösen Lunge mit weiten Bronchialverzweigungen.

Nur durch sorgfältige Wahl des Materials können wir diesen Fehlerquellen in genügendem Maße aus dem Wege gehen. Dann zeigt sich aber eine geringere Zusammenziehung des emphysematösen Gewebes. Wenn man ein Stück emphysematösen und ein gleich großes Stück normalen Lungengewebes auf eine feste Unterlage legt und den Finger mit gleich großer Kraft in dieselben eindrückt, so bleibt der Eindruck im emphysematösen Gewebe länger stehen, weil seine Federkraft kleiner ist als die des normalen Gewebes.

Wie erklärt sich nun die Verringerung der Federkraft? Ist sie Folge oder Ursache des vergrößerten Lungenvolumens? Es herrschen gewisse Verschiedenheiten in den Angaben der Forscher, die mir nicht wesentlich zu sein scheinen. Aus den älteren und neueren Forschungen von Eppinger, Sudsuki und mir geht gleichlautend hervor, daß individuelle Verschiedenheiten im elastischen Fasergerüst der Lunge vorkommen. Eppinger hat schon vor Jahren darauf hingewiesen, daß die gröberen und mittelstarken elastischen Fasern im emphysematösen Gewebe verlängert und verschmälert werden und auseinanderrücken. Wenn nun auch die mitunter bedeutenden individuellen Verschiedenheiten das Urteil erschweren, so müssen wir diesen Befund Eppingers als die Hauptsache betrachten. Die Angaben anderer Forscher sind damit nicht in Widerspruch. Ich selbst muß hin-

1) Perls, Deutsch. Archiv f. klin. Med. 1869. Bd. 6, S. 1.

zufügen: Dasselbe sieht man auch in akut emphysematösem Gewebe, gleichgültig, ob es sich um sogen. vikariierendes oder um substantielles Emphysem handelt.

Was ist nun der Zusammenhang zwischen diesen Abweichungen in den elastischen Fasern und ihrer Federkraft und der Zunahme des Lungenvolumens beim Emphysem? Sind die Fasern verlängert und verschmälert und aneinandergerückt infolge der Erweiterung, der Dehnung der Lungenbläschen? Oder sind die Lungenbläschen eben erweitert, weil das Fasergerüst schwächer und die Federkraft geringer war als normal? Beides ist von vornherein möglich.

Daß die Fasern durch starke Dehnung ohne weiteres genau dieselben Veränderungen erleiden können, geht aus den Beobachtungen beim akuten Emphysem hervor, das sich in sehr verschiedenen Zuständen ausbildet und nur durch Dehnung erklärlich ist. Aber umgekehrt wäre es möglich, daß eine primäre Schwäche der Fasern vorläge, welche die Erweiterung der Lungenbläschen verursachte. Was lehrt uns die weitere histologische Untersuchung?

Mit Hinsicht auf die elastischen Fasern nichts; im übrigen, daß chronisch emphysematöses und senil emphysematöses nichts anderes als atrophisches Lungengewebe mit Kapillarobliteration ist, während die Abweichungen akut emphysematösen Gewebes sich alle als Folgen übermäßiger Dehnung erklären. Man hat allerdings von Gewebsneubildung in der emphysematösen Lunge geredet, es handelt sich dabei aber um bronchiale und peribronchiale entzündliche Gewebsneubildung, wie sie z. B. Ponfick beschrieben hat. Das kommt häufig vor bei Bronchitis ohne Emphysem und fehlt häufig bei Emphysem. Es hat nichts mit dem Wesen des Emphysems zu tun. Bei der untergeordneten Bedeutung der Alveolenporen brauchen wir uns nicht aufzuhalten.

Diese Atrophie des Lungengewebes gibt uns keinen Hinweis auf eine Ursache einer primären Schwäche oder aber einer primären Dehnung der elastischen Fasern. Die Atrophie erklärt sich vollkommen als eine Dehnungsatrophie infolge der Vergrößerung der Lungenbläschen, während von einer anderen Ursache keine Spur zu finden ist. Wir werden damit also wieder auf die Beantwortung der Frage hingewiesen: Woher kommt die starke Dehnung des Lungengewebes, die Vergrößerung der Lungenbläschen?

Bevor wir diese Frage zu beantworten suchen, soll hier der Begriff Dehnungsatrophie etwas erläutert werden.[1]) Sie unterscheidet sich von der Druckatrophie dadurch, daß die Gewebselemente nicht atrophieren durch Zusammendrückung, sondern durch Dehnung. Ohne hier auf weitere physikalische Betrachtungen einzugehen, will ich nur als

1) Vergleiche „Studien", S. 138.

Beispiel einer Druckatrophie Muskelfasern nennen, die zwischen wachsenden Geschwulstknoten zusammengedrückt werden.

Bei der Dehnung wirken die Kräfte divergierend ein. Sie bewirken eine Vergrößerung der Oberfläche. Eine Dehnungsatrophie beobachtet man im allgemeinen in der Wandung hohler Organe oder Organteile, deren Inhalt immer mehr zunimmt: so in der Wand des reifenden und schließlich berstenden Graafschen Follikels, in der Wand des Aneurysmas. Die Nierenatrophie bei Hydronephrose, die Atrophie der über eine Geschwulst gespannten Haut, die Atrophie der Bauchwandung nach mehrmaliger Schwangerschaft gehören auch hierzu.

Kommt nun eine solche Dehnungsatrophie auch im Lungengewebe vor?

Gewiss. Folgende Beobachtungen sind, soviel ich sehe, einer anderen Erklärung nicht fähig. So beobachtete ich ein ausgedehntes Emphysem bei einem 14 Monate alten Mädchen: Eine fast mannskopfgroße Eierstocksgeschwulst hatte den Brustkasten ganz bedeutend erweitert und infolgedessen waren die Lungen, besonders in den am meisten gedehnten caudalen Abschnitten, stark gedehnt und atrophiert. Es hatte sich mit anderen Worten ein chronisches Emphysem daselbst ausgebildet.[1])

Dann muß ich Sie auf das sogenannte „vikariierende" Emphysem hinweisen. Wir haben gesehen, daß uns das Recht fehlt, hier von einer vikariierenden Wirkung zu reden. Besser nennen wir das „komplementäres" Emphysem. Erweitern sich doch die Lungenbläschen, weil sie einen zu entstehen drohenden Raum in der Brusthöhle ausfüllen, einen Raum, der entstehen würde durch Zusammenschrumpfung eines Lungenabschnittes oder dadurch, daß eine Gruppe von Lungenbläschen sich bei den Atembewegungen nicht in genügendem Maße erweitert. Andere umliegende Bläschen werden dann komplementär übermäßig gedehnt bis zu Emphysem. Hat diese Dehnung nur kurz bestanden, so hat man ein akutes komplementäres Emphysem, dessen Vorkommen, z. B. in der Umgebung eines atelektatischen Herdes bei akuter Bronchopneumonie, ich betonen muß. Nach einiger Zeit entsteht allmählich aus dem akuten ein chronisches Emphysem, d. h. Dehnungsatrophie. Je nachdem das komplementäre Emphysem unabhängig von den Atembewegungen oder eben durch dieselben entsteht, können wir von einem statischen, bezw. respiratorischen komplementären Emphysem reden. Häufig handelt es sich um ein Zusammenwirken, d. h. um ein statisch-respiratorisches Emphysem.

Das chronische komplementäre Emphysem unterscheidet sich mikroskopisch in keiner Hinsicht vom substantiellen und senilen[2]): Alles

1) Vergl. meine Studien über die Ursachen der Lungenkrankheiten, Wiesbaden 1902, S. 15, wo sich Einzelheiten finden.

2) Ibidem s. S. 139f.

chronische Emphysem kann somit, was die Gewebsveränderungen betrifft, als Dehnungsatrophie aufgefaßt werden.

Es kommt jetzt auf die Beantwortung der oben gestellten Frage an: Woher kommt die starke Dehnung des Lungengewebes, die Vergrößerung des Lungenvolumens, die Verringerung ihrer Federkraft, d. h. wodurch entsteht Emphysem?

Von vornherein gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Chronisches Emphysem entstehe nur in Lungen mit schwachem elastischen Fasergerüst und geringer Elastizität, und diese Schwäche sei Ursache des Emphysems.

2. Chronisches Emphysem entstehe auch in Lungen mit normaler Federkraft und ist einer primären übermäßigen Dehnung zuzuschreiben. Infolgedessen nehme die Elastizität ab.

Es kommt somit auf die Frage an, was primär ist: der geringe Wert der Elastizität, oder die Dehnung (Vergrößerung) der Lungenbläschen.

In beiden Fällen wären alle beim Emphysem auftretenden Abweichungen außerhalb der Lungen erklärlich: Ungewöhnlich geringe Federkraft der Lungen würde ohne weiteres eine Vergrößerung des Lungenvolumens durch den Unterschied zwischen intrapulmonalem und interpleuralem Druck (A-D[1])) zur Folge haben. Und Zunahme des Lungenvolumens würde notwendig von Erweiterung des Brustkastens und Tiefstand des Zwerchfells mit Stauung in den Körperadern begleitet sein nach dem Gesetz, das ich das „Gesetz der Verteilung der Dehnungsgrößen“ [1]) genannt habe.

Aber auf der anderen Seite muß die Möglichkeit zugegeben werden, daß eine primäre Erweiterung des Brustkastens mit Absteigen des Zwerchfells zur Vergrößerung der Lunge führt, und daß infolgedessen Dehnungsatrophie auftritt und Stauungserscheinungen in den Körperadern.

In beiden Fällen wäre die Hyperämie der Bronchialschleimhaut erklärlich als eine kollaterale infolge der Einengung des Stromgebietes der Lungenbläschen, wozu sich vielleicht unter Umständen Stauung gesellt.

Untersuchen wir jetzt, welche Möglichkeit zutrifft. Die veränderte Blutverteilung innerhalb und außerhalb der Lungen soll dann weiter außer Betracht bleiben.

Zur ersten Möglichkeit soll bemerkt werden zunächst, daß Emphysem auch vorkommt in einer Lunge, die in ihren nicht emphysematösen Teilen ein kräftig entwickeltes Fasergerüst aufweist. Nun können wir allerdings die Größe der Elastizität nicht nach der Dicke

1) Vergl. meine „Studien über die Ursachen der Lungenkrankheiten“. Wiesbaden 1902. Kap. I.

der elastischen Fasern messen, weil mikroskopisch gleiche Fasern dennoch an Elastizität nicht gleich zu sein brauchen. Jedenfalls aber kommt Emphysem auch in Lungengewebe mit kräftigem Fasergerüst vor, so daß jeder Grund fehlt, hier eine angeborene primäre Schwäche der elastischen Fasern ohne weiteres als Ursache des Emphysems anzunehmen.

Könnten denn die Fasern nicht durch irgendeine Krankheit abgeschwächt sein? Wer kann die Möglichkeit im allgemeinen verneinen? Es käme aber darauf an, in der Krankengeschichte und pathologisch-anatomisch die Erkrankung nachzuweisen. Wir müssen um so strenger an dieser Forderung festhalten, weil die elastischen Lungenfasern außerordentlich widerstandsfähig sind. Das sind sie bekanntlich Säuren und Alkalien gegenüber. Ferner wissen wir ja, daß das elastische Fasergerüst innerhalb von Käseherden unbekannten Alters vollkommen erhalten sein kann. Und nach dem Tode behält die Lunge tagelang, nach Wintrich sogar 19 Tage, ihre Elastizität. Die beiden letzteren Beobachtungen weisen darauf hin, daß der Stoffwechsel der elastischen Fasern außerordentlich gering, ja fast Null sein muß. Auch die große Widerstandsfähigkeit Säuren und Alkalien gegenüber weist auf einen äußerst geringen Stoffwechsel hin. Wissen wir doch, daß, je feiner eine Zelle differenziert ist und je größeren Stoffwechsel sie hat, um so empfindlicher sie Giften gegenüber ist.

Es müßte somit eine tiefgreifende Krankheit sein, welche die Elastizität eines großen Lungenabschnittes so herabsetzt, daß Emphysem darauf entsteht. Eine solche Krankheit kann sich wohl nicht einer genauen Untersuchung entziehen. In der Krankengeschichte der Emphysematiker sowie pathologisch-anatomisch finden wir aber nur ganz ausnahmsweise eine Erkrankung des Lungengewebes, und auch in diesen Fällen wäre der ursächliche Zusammenhang zwischen dieser Krankheit und dem Emphysem recht fraglich. Der Auffassung des Emphysems als die Folge einer Ernährungsstörung des Lungengewebes fehlt somit jeder Grund.

Wenn wir nun unsere Untersuchung fortsetzen wollen, so müssen wir zunächst das senile oder physiologische und das pathologische Emphysem unterscheiden.

Fangen wir mit dem senilen Emphysem an.

Der Arteriosklerose kommt bei der Entstehung seniler Atrophie überhaupt eine gewisse Bedeutung zu, allein sie vermag nicht alles zu erklären. Es fehlt ja der Parallelismus zwischen Arteriosklerose und senilen Veränderungen. Wir werden wohl gezwungen, eine primäre Abnutzung von Zelle und Gewebe anzunehmen, wenn auch das Wesen dieser Abnutzung anzugeben wir nicht imstande sind.

Wenn wir nun die elastischen Fasern ins Auge fassen, so drängt sich die Abnutzung der Arteriosklerose gegenüber in den Vordergrund.

Ist doch die elastische Faser, wie oben betont wurde, als fast lebloser Stoff zu betrachten, etwa wie Kautschuk mit äußerst geringem Stoffwechsel. Ich hebe hervor, daß ich die elastische Faser hier und im folgenden in ihren physikalischen Eigenschaften nicht mit Kautschuk gleichstelle, sondern vergleiche. Erst nach einem vollständigen Vergleich können wir zu entscheiden versuchen, inwiefern von einer Gleichstellung die Rede sein kann.

Beim senilen Emphysem ist eine primäre übermäßige Vergrößerung der Brusthöhle ausgeschlossen. Der Brustkasten hat schließlich mehr oder weniger an Umfang abgenommen durch die gleichzeitige senile Atrophie von Muskeln und Skeletteilen, infolge deren eine arkuäre Kyphose, vermehrte Beugung der dorsalen, Abflachung der lateralen Rippenteile, Verschmälerung der Zwischenrippenräume auftreten. Von einer vorausgehenden sekundären Erweiterung des Brustkastens ist nichts bekannt. Untersuchungen hierüber sind erwünscht.

Die Frage nach der Entstehung des senilen Emphysems heißt somit mit anderen Worten: Wodurch findet die Abnutzung des Lungengewebes mit Verlust eines Teiles seiner Elastizität statt?

Da müssen wir an Abnutzung durch die Atembewegungen denken und deren Einfluß auf das Lungengewebe erforschen. Welchen Einfluß übt die respiratorische abwechselnde Dehnung und Entspannung auf die elastischen Fasern aus?

Fragen wir zunächst, wie stark die inspiratorische Dehnung ist.

Wir können das Lungenvolumen am Ende einer ruhigen Ausatmung auf etwa 2750 ccm setzen. Die elastischen Fasern in der ausgespannten Lunge sind auch dann gestreckt. Durch die Einatmung vergrößert sich das Lungenvolumen um 500 ccm, d. h. 18 Proz. Die elastischen Fasern verlängern sich somit bei jeder Einatmung um einen Bruchteil ihrer exspiratorischen Länge. Zugleich verschmälern sie sich. Beschränken wir uns zunächst auf die inspiratorische Längendehnung.

Die Untersuchung der Federkraft tierischen Gewebes außerhalb des lebenden Körpers setzt den Forscher groben Irrtümern aus, weil er nicht genau bestimmen kann, was postmortalen Veränderungen des mit den elastischen Fasern zusammenhängenden Gewebes zuzuschreiben ist. Ich habe daher Untersuchungen mit feinstem Kautschuk vorgenommen.

Es wurden Streifen solchen Kautschuks regelmäßig durch einen Gasmotor bis zu einem genau bestimmten Grade abwechselnd gedehnt und entspannt, und zwar 80, 100 bis 120 mal in der Minute. Über Anstellung dieser Versuche und Einzelheiten werde ich später an anderer Stelle ausführlich berichten.

Aus einer Reihe von Versuchen stellte sich nun heraus:

1. daß ein Streifen Kautschuk nach 10 prozentiger, 1440000 facher Dehnung (100 mal pro Minute während 10 Tage) noch nicht erschlafft,

nach vier Wochen, d. h. nach 4032000facher Dehnung, bis etwa 3,5 Proz. verlängert war. Diese Verlängerung war nach 12 Tagen Ruhe bis auf ungefähr 1,5 Proz. zurückgegangen.

2. Ein anderer Streifen wurde abwechselnd bis auf 18 Proz. gedehnt und entspannt und zeigte schon nach 24 Stunden eine Verlängerung von ungefähr 2 Proz.

Diese Beispiele mögen genügen zur Erläuterung des Ergebnisses: Wenn Kautschukfasern regelmäßig abwechselnd bis zu einem gewissen Grade gedehnt und entspannt werden, so zeigen sie nach einiger Zeit eine nachhaltige Verlängerung. Diese Verlängerung tritt um so eher auf, je stärker die Dehnung war, und geht um so rascher zurück, je geringer und je seltener sie war.

Die nachhaltige Verlängerung ist die Folge einer elastischen Nachwirkung, einer Verringerung der Elastizität, auf die ich noch zurückkomme.

Wären nun die elastischen Fasern der Lunge in ihrem physikalischen Verhalten dem Kautschuk gleich, so würde sich schon in der frühesten Kindheit eine allmählich zunehmende Verlängerung derselben einstellen, eine Verlängerung, die mit dem fortschreitenden Wachstum und den tiefer werdenden Atembewegungen immer rascher zunehmen müßte. Außerdem würde durch die daraus folgende Erweiterung des Brustkastens und das Herabsteigen des Zwerchfells ebenfalls die dehnende Kraft zunehmen, und diese Zunahme würde mit der durch dieselbe hervorgerufenen Verringerung der Federkraft einen circulus vitiosus erzielen, der zu einer immer rascher zunehmenden Verlängerung der elastischen Fasern führen würde. Emphysem würde dann also als gewöhnliche Erscheinung schon im frühen Lebensalter auftreten.

Um so mehr werden wir zu dieser Schlußfolgerung gezwungen, wenn wir folgendes erwägen. Ganz abgesehen von der Atmung, werden die elastischen Lungenfasern in fortwährender Spannung gehalten. Die Zusammenziehung nach Eröffnung der Brusthöhle beweist das. Die Spannung erscheint dann als eine ziemlich starke: die normale Lunge zieht sich mindestens bis auf drei Viertel ihres Volumens in gedehntem Zustande zusammen. Genau bestimmt habe ich das nicht, es kommt hier auch nicht auf ein ganz genaues Maß an. Diese Zusammenziehung bis auf drei Viertel bedeutet also, daß die elastischen Fasern bei Mittellage der Lunge fortwährend, unabhängig von der Atmung, mindestens 33 Proz. gedehnt werden.

Welchen Einfluß übt nun eine fortwährend gleich bleibende Dehnung auf Kautschukfasern aus?

Wird ein Kautschukstreifen zwischen Klammern gedehnt und in derselben Länge während verschieden langer Zeit gedehnt gehalten, so zeigt sich nach einiger Zeit eine nachhaltige Verlängerung des Streifens, sobald derselbe entspannt wird. Bleibt der Streifen jetzt

gespannt, so verkürzt er sich allmählich, d. h. die elastische Nachwirkung der Dehnung verschwindet allmählich, und zwar um so langsamer und unvollkommener, je länger die Dehnung dauerte. Und bei gleicher Dauer, aber bei verschiedenem Grade der Dehnung hält die elastische Nachwirkung mit dem Dehnungsgrade gleichen Schritt. Bei 10 prozentiger Dehnung tritt schon innerhalb 24 Stunden eine deutliche elastische Nachwirkung auf.

Wenn man einen Kautschukstreifen oder ein Kautschukröhrchen aufhängt und mit einem Gewicht belastet, so wird der Kautschuk gedehnt. Wer aber erwartet, daß die Verlängerung des Kautschuks nach einigen Minuten oder vielleicht Stunden ihren höchsten Wert erreicht, täuscht sich.

Ich habe mehrere Versuchsreihen nach dieser Richtung hin angestellt, aus denen hervorgeht: Eine anhaltende Dehnung eines Kautschukstreifens hat eine immer zunehmende Verlängerung zur Folge, sobald die Verlängerung nach 30 Minuten 2 Proz. überschreitet, vielleicht schon bei geringerer anfänglicher Dehnung. Nach 5 Monaten wurde noch Verlängerung beobachtet, und zwar nimmt sie immer rascher zu. Bei schwerer Belastung führt sie zu Zerreißung des Kautschuks. Eine längere Beobachtungszeit steht mir bis jetzt nicht zu Diensten. Fig. 1 (S. 20) stellt die Dehnungs(Verlängerungs)kurven von 6 Stäbchen bei verschiedener Belastung dar.

Auch bei den mit Gewichten belasteten aufgehängten Streifen zeigt sich eine elastische Nachwirkung. Auch diese Streifen erholen sich vollständig oder unvollkommen nach der Entlastung, abhängig von dem Dehnungsgrade. Der Einfluß der Dehnungsdauer soll hier noch bestimmt werden. Aber auch nach vollkommener Erholung, d. h. auch bei den Streifen, die ihre ursprüngliche Länge zurückbekommen hatten, hatte der Kautschuk seine ursprüngliche Federkraft nicht wieder erlangt. Denn dieselbe dehnende Kraft, dasselbe Gewicht erzielte das zweite Mal eine viel stärkere und rascher zunehmende Verlängerung als das erste Mal; die zweite Erholung ist eine unvollkommenere. Bei einer dritten Dehnung nimmt die Verlängerung noch rascher zu als das zweite Mal und erholt sich der Kautschuk noch weniger. In Fig. 2 sehen wir links die drei Verlängerungskurven, rechts die Erholungskurven. Die Dehnbarkeit hat zu-, die Elastizität abgenommen.

Kehren wir jetzt zur allmählich fortschreitenden Verlängerung eines Kautschukstreifens unter Einfluß einer gleichbleibenden Kraft zurück und fragen wir: Wie erklärt sich dieses Fortschreiten der Verlängerung, obwohl die dehnende Kraft doch dieselbe blieb?

Wir sahen, daß eine fortwährende Dehnung, die nach etwa einer Stunde keine wahrnehmbare Nachwirkung zeigte, nach vielleicht 20 Stunden eine sehr deutliche und einige Zeit nachhaltige Verlänge-

rung hinterließ, als der Streifen entspannt wurde. Diese Nachwirkung ist nicht auf einmal entstanden. Nehmen wir die Dehnungsdauer kürzer und kürzer, so wird die Nachwirkung ebenfalls kleiner, um sich

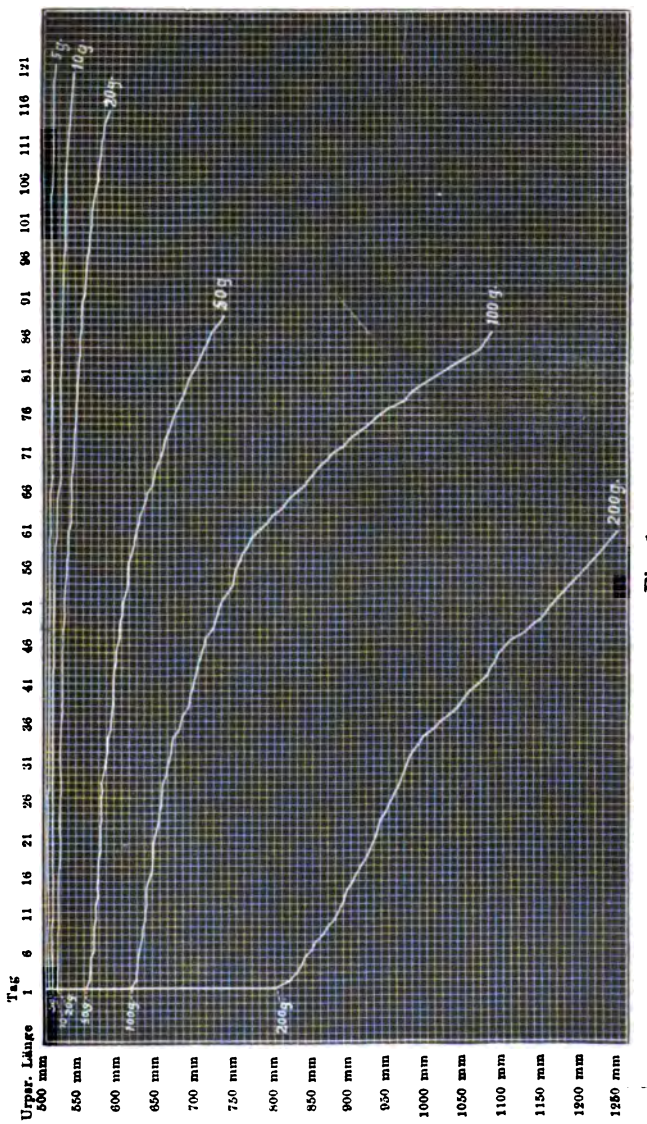


Fig. 1.
Die vertikalen Linien stellen die Tage, die horizontalen Linien die Längen dar. Die ursprüngliche Länge war immer 500 mm. Die Belastung betrug 5, 10, 20, 50, 100 und 200 g.

schließlich der Beobachtung zu entziehen. Der Kautschukstreifen hat sich dann nicht sichtbar verlängert. Daß seine physikalischen Eigenschaften dann aber unverändert wären, dürfen wir nicht annehmen. Das Versuchsergebnis, nach welchem eine zweite Dehnung eines zu

seiner ursprünglichen Länge zurückgekehrten Streifens eine stärkere und raschere Verlängerung als die erste Dehnung erzielt, dieses Versuchsergebnis weist im Gegenteil auf die Möglichkeit hin, daß Dehnung schon Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften des Kaut-

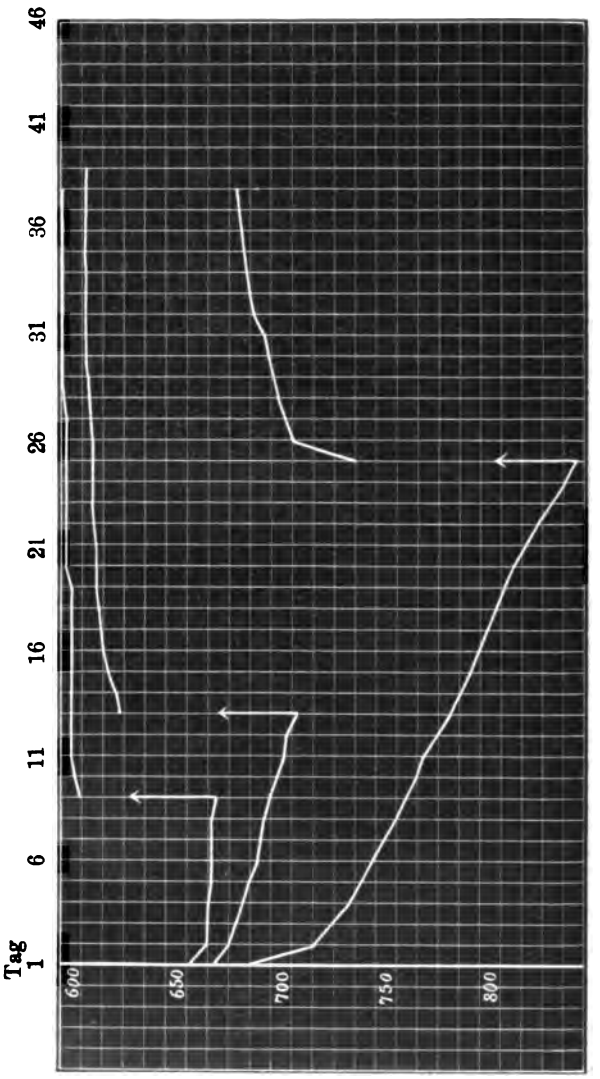


Fig. 2.
Die vertikalen Linien stellen die Tage, die horizontalen Linien die Längen vor. Die ursprüngliche Länge war 600 mm.

schuks hervorruft, ohne daß sich dieselben in einer wahrnehmbaren, etwas nachbleibenden Verlängerung kundgeben. Dauert die Dehnung längere Zeit, so wachsen diese Veränderungen der physikalischen Eigenschaften an, bis sich schließlich eine „elastische Nachwirkung" bemerkbar macht. Diese wird nun durch immer fortgehende Summation all-

mählich größer. Die sichtbar gewordene Verlängerung setzt sich gleichsam aus einer unendlichen Zahl kleinster Verlängerungen zusammen, die jede für sich nicht zur Beobachtung gelangen.

Bei abwechselnder Dehnung und Entspannung tritt genau dieselbe elastische Nachwirkung nach jeder Dehnung auf. Hier reiht sich aber nicht Dehnung an Dehnung, sondern es schiebt sich jedesmal eine Entspannung zwischen zwei Dehnungen ein. Während dieser Entspannung kann sich der Kautschuk bis zu einem gewissen Grade erholen, und zwar um so vollkommener, je länger die Entspannungsdauer ist. Sowohl durch die Unterbrechungen der Dehnung, als durch die jedesmal eintretende Erholung des Kautschuks erklärt sich die Erscheinung, daß eine wahrnehmbare nachhaltige Verlängerung bei abwechselnder Dehnung und Entspannung viel später auftritt als bei fortwährender Dehnung.

Dieser elastischen Nachwirkung begegnen wir in etwas anderer Form bei den Kapazitätsbestimmungen einer abwechselnd gedehnten und entspannten elastischen Röhre. Nehmen wir eine Kautschukröhre, die mit einer vertikalen gläsernen Röhre in Verbindung steht und mit Wasser gefüllt ist. Dehnen wir jetzt die Röhre, z. B. bis 10 Proz. ihrer Länge, so sinkt der Wasserspiegel, um bei der Entspannung (Verkürzung) wieder zu steigen. Der Wasserspiegel kommt aber nicht gleich nach vollendeter Dehnung und Entspannung zur Ruhe. Es dauert einige Zeit, ehe der Spiegel eine bleibende Höhe erreicht hat. Diese Erscheinung erklärt sich durch elastische Nachwirkung. Folgen viele Dehnungen und Entspannungen mit kurzen Zwischenräumen auf einander, so nimmt die Kapazität der Röhre allmählich zu, und zwar um so rascher, je rascher die Dehnungen auf einander folgen, d. h. je kürzer die Zwischenzeiten sind. Das alles erklärt sich durch elastische Nachwirkung, bezw. Summation mehrerer elastischer Nachwirkungen. Nach kürzerer Dehnung verkürzt sich die Röhre allmählich bis zu ihrer ursprünglichen Länge und bekommt ihre Kapazität allmählich ihren ursprünglichen Wert; nach längerer Dehnung desselben Grades bleibt sie verlängert und bleibt ihre Kapazität dauernd vermehrt.

Auch bei den Kapazitätsbestimmungen der Gefäßchen bei Dehnung einer Lunge begegnen wir derselben Erscheinung, wenigstens in einigen Bestimmungen DE JAGERS, wie wir aus seinen Zahlen ersehen.

Einer elastischen Nachwirkung begegnen wir in verschiedener Form und in verschiedenem Grade auch im menschlichen Körper. Die durch Ascites, Bauchgeschwülste und Gravidität stark gedehnte Bauchwand bleibt eine gewisse Zeit erschlafft, wenn sie nicht fettreich wird. Erholung ist jedoch möglich, und zwar um so rascher und vollkommener, je geringer die Dehnung war, und je kürzer sie dauerte. Wiederholt sich aber die Dehnung innerhalb gewisser Zeit oder dauert sie längere Zeit, so nimmt die elastische Nachwirkung zu, um schließlich dauernd zu

werden. Man vergleiche nur die Bauchwand einer Primipara kurze Zeit und viele Jahre nach der Entbindung und die einer Multipara; auch die Bauchwand nach kurz- und langdauernder Dehnung überhaupt bei akuter und chronischer Vermehrung des Bauchinhalts. Man vergleiche die Vagina in derselben Weise. Man lasse hierbei aber eventuelle senile Verengerung der Vagina nicht außer acht. Auch in den Blutgefäßen begegnen wir häufig einer elastischen Nachwirkung. Ich habe schon längere Zeit die Federkraft der Aorta bei Sektionen prüfen lassen. Nicht selten hat sie bedeutend abgenommen oder ist sie vollkommen verschwunden, ohne daß Arteriosklerose als Ursache angenommen werden könnte. Eine Arterie kann auch stark geschlängelt sein durch Verlust an Elastizität, ohne daß wir eine Arteriosklerose als Ursache nachweisen können.

Bei allen diesen Veränderungen wird das Auftreten oder Ausbleiben der elastischen Nachwirkung bestimmt vom Verhältnis der dehnenden Kraft zum Widerstand des elastischen Gewebes. Kein Mensch ist einem anderen gleich. Wo die dehnende Kraft gleich ist, entscheidet der Widerstand der elastischen Fasern, die abhängig ist von ihrer Anzahl, Dicke und vielleicht noch von individuellen Verschiedenheiten ihrer Beschaffenheit, ihrer „Qualität".

Ist das nun in der Lunge ganz anders?

Im Gegenteil. Wenn wir die klinischen und anatomischen Erscheinungen unter einander vergleichen, so können wir sie alle in derselben Weise erklären.

Kehren wir jetzt zunächst zum senilen Emphysem zurück.

Wir haben schon gesehen, daß durch die periodische inspiratorische Dehnung nach einiger Zeit Emphysem auftreten muß. Nach wie lange, läßt sich nicht bestimmen. Das müssen wir lediglich annehmen, daß die Zeit eine sehr viel längere ist, als wenn die elastischen Fasern in ihren physikalischen Eigenschaften dem Kautschuk gleich wären.

Aber nicht nur die inspiratorische, schon die fortwährende von der Atmung unabhängige Dehnung muß an und für sich zum Emphysem führen. Das geht aus den oben erwähnten Versuchsergebnissen hervor. Es müßte somit der Mensch, auch wenn er nie eine Atembewegung machte und auch nie durch irgend eine Muskelwirkung seine Lungen vergrößerte, der Mensch, dessen Lungen in fortwährender Ruhe verblieben, nach längerer Zeit ein „normales" seniles Emphysem bekommen. Seiner Ursache nach könnten wir dies ein statisches Emphysem nennen.

Weil nun diese fortwährende Dehnung ebenso gut wie die inspiratorische Dehnung, jede an für und sich, schon ein normales Emphysem erzeugen muß, sei es auch in weit höherem Alter, als wenn die elastischen Fasern von Kautschuk wären, so müssen wir das senile Emphysem als statisch-inspiratorischen Ursprungs betrachten. Das

senile Emphysem ist somit aufzufassen als die Folge einer unmerkbar ganz allmählich entstehenden und durch Summation anwachsenden statisch-inspiratorischen elastischen Nachwirkung. Infolgedessen vergrößern sich die Lungenbläschen und tritt Dehnungsatrophie (Abnutzung) auf.

Die inspiratorische Dehnung ist in den sterno-parasternalen und lateralen kaudalen Lungenabschnitten am stärksten. Dementsprechend findet man in diesen Abschnitten am ehesten und am deutlichsten das senile Emphysem. Man sei immer bedacht auf das Zusammentreffen mit krankhaftem Emphysem, wodurch eine andere Verteilung möglich ist.

Wir haben gesehen, daß, wenn die elastischen Fasern in ihren physikalischen Eigenschaften dem Kautschuk gleich wären, es ein normales jugendliches Emphysem geben würde. Das Auftreten des Emphysems erst in viel höherem Alter weist somit auf einen bedeutenden Unterschied zwischen elastischen Fasern und Kautschuk hin. Erholung nach der Dehnung kommt beim Kautschuk auch vor. Sie beweist somit nicht das Vorhandensein eines Stoffwechsels.

Alle hier in Betracht kommenden Erscheinungen der elastischen Nachwirkung und der gewaltige zeitliche Unterschied in ihrem Auftreten erklären sich aber durch die Annahme einer weit vollkommeneren Federkraft der elastischen Faser. Welche Rolle der Stoffwechsel, namentlich Neubildung von elastischen Fasern, im lebenden Körper dabei spielt, muß dahin gestellt bleiben. Es muß hierzu nur bemerkt werden, daß der Stoffwechsel der elastischen Faser, wie wir sahen, sicher nur ein geringer ist. Jedenfalls genügt derselbe nicht, um die elastische Nachwirkung unmöglich zu machen. Eine Analogie in den physikalischen Eigenschaften des Kautschuks und der elastischen Faser besteht jedenfalls. Es zeigt der Kautschuk uns weit rascher und weit stärker einige Erscheinungen, gleichsam bei starker mikroskopischer Vergrößerung, die sich bei der elastischen Faser erst nach längerer Zeit kund geben. Wir dürfen übrigens bei dem Vergleich unserer Versuchsergebnisse mit der so viel langsamer im Körper auftretenden elastischen Nachwirkung nicht vergessen, daß der Kautschuk stärker und ungefähr 100 mal, die Lunge bei der Atmung 16 mal in der Minute gedehnt wird, was einen bedeutenden Unterschied in Dehnungsdauer und Erholungszeit ergibt.

Versuchen wir jetzt möglichst kurz die Ursachen des krankhaften Emphysems zu erforschen.

Freund [1]) hat, sich auf seine älteren und neueren Untersuchungen stützend, die Ansicht ausgesprochen, das Emphysem sei die Folge einer „partiell fortschreitenden oder einer allgemeinen starren Dilatation des

1) W. A. Freund, Über primäre Thoraxanomalien usw. Berlin 1906.

Brustkastens, welche ihrerseits Änderungen der ersten Rippenknorpel zuzuschreiben wäre." Wenn wir als richtig voraussetzen, daß die von Freund gefundenen Änderungen der Rippenknorpel eine fortschreitende Erweiterung des Brustkastens zur Folge haben müssen, so bliebe noch die Frage zu beantworten übrig, was primär sei: das Emphysem oder die Änderungen der Rippenknorpel, oder ob beides von einer gemeinsamen Ursache herrühre, nämlich von einer dehnenden Kraft. Denn daß die Knorpeländerungen die Folge einer äußeren Einwirkung sein könnten, hat Orth schon betont.

Diese Frage nun ist jetzt noch nicht zu beantworten, weil uns die notwendigen Daten fehlen. So ist unentschieden, was älter ist: das Emphysem oder die Knorpeländerungen. Wir stoßen hier auf eine Schwierigkeit, der wir so häufig in der Pathologie begegnen: die Bestimmung des Alters einer Veränderung, um so schwieriger, je schleichender sie entstand. Die von Freund mitgeteilte Beobachtung der anfangenden Knorpeländerung „schon in den ersten Lebenszeiten" kann nichts beweisen, solange nicht festgestellt ist, daß damals noch keine Spur von Emphysem und einer dehnenden Kraft aufzufinden war.

Ich will mit diesen Bemerkungen durchaus nicht versuchen, den Untersuchungen Freunds ihren Wert zu nehmen. Im Gegenteil, seine Erklärung scheint mir für gewisse Fälle sehr wohl möglich. Es kann ja fortwährende übermäßige Dehnung Emphysem erzeugen.[1]) Ich möchte nur darauf hinweisen, daß seine Erklärung nicht als eine sichere betrachtet werden kann, bevor man obigen Forderungen genügt hat. Aber auch dann wären nicht alle Fälle von Emphysem erklärt — was Freund selbst ausdrücklich hervorhebt —, sondern nur einige. Fehlt doch die starre Dilatation des Brustkastens in vielen Fällen. Ich brauche wohl nicht zu betonen, daß der angeblich gute Erfolg der Rippenknorpelresektion durchaus nicht die Richtigkeit der Freundschen Auffassung beweist.

Eppinger betrachtet das chronische substantielle Emphysem als eine Druckatrophie durch Erhöhung des intraalveolaren Luftdrucks infolge erschwerter oder behinderter Atmung. Wie wir weiter unten sehen werden, kommt Erhöhung des intraalveolaren Luftdrucks als Ursache von Emphysem vor. Aber nicht in allen Fällen, und auch dann noch bewirkt sie eine Oberflächenvergrößerung (Aufblasung), d. h. eine Dehnung, so daß wir von Dehnungsatrophie reden müssen. Allerdings findet außerdem Zusammendrückung des Gewebes statt, so daß die Atrophie zum Teil als Druckatrophie aufzufassen wäre. Ob aber Zusammendrückung der elastischen Fasern ihre Federkraft verringert, muß als eine offene Frage dahingestellt bleiben.

1) Vergl. „Studien", Pathol. Teil, Kap. I.

Wenn wir die Ursache des krankhaften Emphysems erforschen wollen, so müssen wir eine vollständige Untersuchung vornehmen.

Im folgenden lassen wir die Möglichkeit einer primären starren Dilatation außer Betracht, sowie die Fälle überhaupt, wo durch Geschwulstbildung und dergleichen die Brusthöhle sich immer mehr dauernd vergrößert.

Wir haben bei der Besprechung des senilen Emphysems eine gewisse Übereinstimmung zwischen elastischen Fasern und Kautschuk kennen gelernt. Dieser Analogie im physikalischen Verhalten zwischen elastischen Lungenfasern und Kautschuk begegnen wir auch beim krankhaften Emphysem. Auch dieses Emphysem ist die Folge von Dehnung. Während jedoch das senile Emphysem von einer normalen, nicht übermäßigen Dehnung verursacht wird, erzeugt eine ungewöhnlich starke, übermäßige Dehnung nach gewisser Dauer oder vielfacher Wiederholung das krankhafte Emphysem. Die bleibende Verlängerung der elastischen Fasern tritt hier infolgedessen rascher auf. Wie überall sonst, so machen sich auch hier individuelle Verschiedenheiten im Verhältnis der dehnenden Kraft zur Größe des Widerstands der elastischen Fasern geltend.

Wenn die übermäßige Dehnung alle Lungenbläschen in gleichem Maße träfe, so würde ein allgemeines, diffuses Emphysem entstehen. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß das Emphysem selten die ganze Lunge in ihrem peripheren Abschnitt, sondern nur bestimmte Abschnitte befällt. Diese Erfahrung ist von grundlegender Bedeutung bei der Erforschung der Ursache des Emphysems.

Wir müssen hierbei von der folgenden Überlegung ausgehen. Eine örtlich in einem beschränkten Lungenabschnitt angreifende dehnende Kraft pflanzt sich nicht unabgeschwächt in alle Lungenteile fort, wie das gelehrt wird. Sie erzielt nicht in allen Lungenbläschen den gleichen Erfolg, sondern sie bleibt auf den Abschnitt beschränkt, wo die dehnende Kraft angreift. Wenn sich somit ein umschriebener Abschnitt der Brusthöhle vergrößert, so erweitern sich nur die Bläschen des entsprechenden Lungenabschnittes und die angrenzenden Bläschen. Verkleinert oder vergrößert sich umgekehrt ein begrenzter Lungenabschnitt, so sinkt der entsprechende Teil der Brustwand ein wie bei Lungenschrumpfung, bezw. wölbt sich derselbe hervor wie bei Emphysem. Wir müssen im allgemeinen annehmen, wie ich das an anderer Stelle[1]) betont habe, daß eine örtlich an einem umschriebenen Lungenabschnit angreifende oder zusammendrückende Kraft nur örtlich beschränkte, kaum in die Umgebung fortgepflanzte Dimensionsänderungen der Lungenbläschen hervorruft.

1) Studien, Physiol. Teil, Kap. II.

Wenn also eine übermäßig dehnende Kraft an einem beschränkten Lungenabschnitt angreift und nach einiger Zeit Emphysem erzielt, so müssen Sitz und Ausdehnung dieses Emphysems dem Angriffsabschnitt dieser übermäßig dehnenden Kraft entsprechen.

Aus dieser Überlegung ergibt sich Folgendes: Wenn das krankhafte Emphysem von einer übermäßig dehnenden Kraft hervorgerufen wird und immer beschränkt auftritt, so muß:

1. in der Krankengeschichte oder durch anatomische Untersuchung die Einwirkung einer solchen übermäßig dehnenden Kraft nachweisbar sein,
2. Sitz und Ausdehnung des Emphysems übereinstimmen mit dem Angriffsabschnitt der übermäßig dehnenden Kraft, während die übrigen, nicht emphysematösen Abschnitte nicht einer solchen dehnenden Kraft ausgesetzt waren.

Was lehrt uns nun die Krankengeschichte des chronischen Emphysematikers?

In vielen Fällen bestand ein langjähriger Husten oder Bronchialasthma, oder es handelt sich um Leute, deren Beruf ebenfalls Störungen im Dynamismus oder Mechanismus der Atmung hervorruft, wie Blasmusiker, Sänger, Marktschreier, usw. Die Möglichkeit einer einwirkenden übermäßig dehnenden Kraft ist also gegeben. Allerdings wäre es in vielen Fällen möglich, daß der Husten erst als Folge einer vom Emphysem verursachten Bronchitis auftrat.

Die Frage ist nun: Stimmen Sitz und Ausdehnung des Emphysems mit dem Angriffsabschnitt der dehnenden Kraft überein? Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir im Auge behalten, daß das Emphysem sich allmählich, sekundär, über den ursprünglichen Angriffsabschnitt ausdehnen kann, wie wir nachher sehen werden. Wir müssen also das möglichst beschränkte, im Entstehen begriffene Emphysem zum Ausgangspunkt nehmen, d. h. das akute Emphysem. Dieses entsteht sicher durch übermäßige Dehnung. Nicht etwa, als ob jedes chronische Emphysem eine akute Vorstufe hätte, oder jedes akute Emphysem chronisch würde, das akute Emphysem lehrt uns aber Sitz und Ausdehnung des Angriffsabschnittes der übermäßig dehnenden Kraft in ihrer einfachsten Form mit größerer Sicherheit erkennen, weil dabei die Krankengeschichte eine kürzere, eine mehr übersichtliche ist.

Nach der Untersuchung dieser akuten Fälle können wir das chronische Emphysem, das manchmal durch Wiederholung des akuten entsteht und sich von diesem nur durch die bleibenden Gewebsveränderungen unterscheidet, mit dem akuten vergleichen in Sitz und Ausdehnung, in Zusammenhang mit der Natur der dehnenden Kraft.

Das akute Emphysem kann durch übermäßige ex- oder inspiratorische Dehnung entstehen.

Wenn der Widerstand für den exspiratorischen Luftstrom ungewöhnlich hoch wird und sich die Bauchmuskeln anstrengen, so steigt der intrapulmonale Luftdruck ebenfalls bis zu einer ungewöhnlichen Höhe an. Die Erhöhung dieses Luftdrucks ist die Folge der exspiratorischen Verkleinerung der Lungenbläschen. Sie könnte somit nie die Ursache einer Vergrößerung, auch nur eines einzelnen Bläschens sein, wenn sie zugleich in allen Lungenbläschen denselben Wert erreichte. Dies trifft auch nicht zu. Denn bei der angestrengten Ausatmung werden nur die kaudale Hälfte der Brusthöhle und folglich auch nur die entsprechenden kaudalen Lungenabschnitte unmittelbar durch die Muskelwirkung verkleinert, weil ja die Bauchmuskeln nicht weiter kranialwärts als die 6. oder 5. Rippe am Brustkasten angreifen. Die kranialen Lungenabschnitte werden nur von der fortgepflanzten und damit abgeschwächten exspiratorischen Kraft angegriffen. Der intrapulmonale Luftdruck erreicht somit in den kaudalen Lungenbläschen einen höheren Wert als in den kranialen; infolgen dessen werden die kranialen Bläschen von den kaudalen aufgeblasen, wenn nämlich der intrabronchiale Zusammenhang nicht, durch Verlegung der Bronchien, aufgehoben ist. Diese Aufblasung der kranialen Lungenteile findet bei jeder Preßbewegung in geringerem oder größerem Maße statt.

Aus obigem folgt, daß ein exspiratorisches Emphysem nur in kranialen, nie in kaudalen Lungenbläschen entstehen kann.

Nun hat eine ausgedehnte vergleichende pathologisch-anatomische und klinische Untersuchung mich gelehrt, daß das akute, vom Husten erzeugte Emphysem in der Tat nur in kranialen, besonders den sterno-parasternalen und mediastinalen Lungenteilen vorkommt. In Fällen, wo außerdem anderes akutes Emphysem vorhanden war, hatte während des Lebens inspiratorische Dehnung stattgefunden, oder es handelte sich um komplementäres Emphysem.

Kann denn durch inspiratorische Dehnung Emphysem entstehen?

Die Möglichkeit geht aus einigen Beobachtungen von komplementärem Emphysem unzweideutig hervor. So auch aus der oben mitgeteilten Beobachtung von Emphysem beim Kinde mit der Eierstocksgeschwulst.

Im allgemeinen kommt ein rein inspiratorisches akutes Emphysem durch ungewöhnlich tiefe Einatmung nicht so häufig vor, wie ein rein exspiratorisches. Bei ertrunkenen jungen Leuten kann es aber recht schön zur Beobachtung gelangen, und zwar in dem sterno-parasternalen und lateralen kaudalen oder in ausgedehnteren Lungenabschnitten. Nicht immer findet man akutes Emphysem bei Ertrunkenen, weil ja die tiefen Einatembewegungen während des Ertrinkens ausbleiben können.

Akutes inspiratorisches Emphysem tritt auch auf bei Bronchiolenverengerung durch Bronchiolitis oder während des Asthmaanfalls; dabei atmen die hinzugehörigen Lungenbläschen mehr Luft ein als aus und vergrößern sich infolge dessen immer mehr und mehr.

Vergleichen wir nun die Fälle chronischen und akuten Emphysems unter einander, so finden wir, wo eine in-, bez. exspiratorische Dehnung stattgefunden hat, einen entsprechenden übereinstimmenden Sitz und Ausdehnung. Allerdings gibt es genug Fälle nicht rein in- oder exspiratorischen, sondern gemischten Emphysems. So kann sich zu einem exspiratorischen allmählich ein inspiratorisches Emphysem hinzugesellen, indem durch das exspiratorische Emphysem eine Erweiterung der kranialen Hälfte des Brustkastens erfolgt und diese zunehmende Erweiterung zu allmählich tiefer werdenden Einatmungen zwingt. In anderen Fällen ist eine genaue Analyse nicht möglich. Es fehlt hier noch die unerläßliche Zusammenwirkung von Kliniker und pathologischem Anatomen. Unsere Kenntnis der Größe der Atembewegungen der verschiedenen Lungenabschnitte erfordert eine bedeutende Vertiefung durch gesetzmäßige stethographische und kyrtometrische Untersuchungen in verschiedenen pathologischen Zuständen.

Das chronische Emphysem kann sich ganz allmählich, ohne vorausgehendes akutes Emphysem, schleichend entwickeln, z. B. bei einem Blasmusiker, anfangs unbemerkt und sich erst bei gewisser Entwicklung kundgebend. Genau so wie bei schleichend entstehenden und zunehmenden Krankheiten überhaupt, wo zudem die Anpassung des Organismus mit der Krankheit wächst. So wäre auch die Möglichkeit genau zu untersuchen, ob sich nicht ein inspiratorisches chronisches Emphysem infolge einer ganz schleichend entstehenden und zunehmenden Bronchienverengerung durch eine chronische Entzündung ausbilde, und zwar in derselben Weise wie die inspiratorische Lungenblähung während des Asthmaanfalles, allein nicht akut wie diese, weil die Bronchienverengerung bei weitem nicht so stark ist wie beim Asthma. Die Bronchitis kann dann zugleich oder erst später Husten mit nachfolgendem Emphysem veranlassen. Die größte Schwierigkeit bei dieser Untersuchung liegt in der Feststellung der zeitlichen Aufeinanderfolge von Bronchitis und Emphysem[1]).

Aber das chronische Emphysem kann sich auch durch häufige Wiederholung des akuten entwickeln. Das akute Emphysem, das mitunter in der Form einer klinisch erkennbaren Lungenblähung auftritt, kann, solange gewisse Grenzen des Dehnungsgrades und der Dehnungsdauer nicht überschritten sind, verschwinden. Ein Vergleich der klini-

1) Ich muß hier auf weitere Ausführungen verzichten und dafür auf meine schon angeführten „Studien" hinweisen.

schen und anatomischen Befunde lehrt das. Es handelt sich hier ja um nichts anderes, als um eine elastische Nachwirkung, die innerhalb gewisser Grenzen von Dauer und Grad verschwinden kann, sobald die dehnende Kraft aufhört.

Eine Beobachtung Durigs[1]) erklärt sich ebenfalls durch elastische Nachwirkung: Bei zwei Männern wurde nach einem Marsch von 19 Stunden die residuale Luft um etwa 200 ccm größer gefunden. Diese Abweichung war am zweiten, bezw. dritten Tage nach dem Marsch verschwunden.

Bohr faßt diese Erscheinung als eine reflektorisch gehemmte Ausatmung auf, die eine Vergrößerung des Lungenvolumens bedeuten sollte.

Nun können wir allerdings den reflektorischen Ursprung eines Vorgangs überhaupt nicht ausschließen, solange der Beweis nicht erbracht wurde, daß der Vorgang auch nach Aufhebung der Reflexbahn genau so auftritt und eine periphere Reizung ausgeschlossen ist. Das Fehlen dieses Beweises ist aber an und für sich kein Grund, den Vorgang als einen reflektorischen zu betrachten; um so weniger in den Beobachtungen Durigs, weil die lange Dauer der nachhaltigen Wirkung nicht ohne weiteres mit einer reflektorischen Entstehung in Übereinstimmung zu bringen ist.

Wenn wir aber annehmen, daß infolge der Muskelanstrengung und der damit einhergehenden tieferen Atmung eine ungewöhnlich starke Dehnung von Lungenbläschen stattfand, so erklärt sich die Nachwirkung als eine elastische. Es möge hierzu nochmals bemerkt werden, daß nicht alle Lungenbläschen bei der Atmung in gleichem Maße gedehnt werden[2]). So kann schon durch 200 ccm eine nicht unerhebliche Dehnung gewisser Lungenabschnitte stattgefunden haben, womit sich die ziemlich lange Nachwirkung erklärt. Die elastische Nachwirkung nach akuter übermäßiger Dehnung der Lunge wird ja um so stärker sein und um so länger dauern, je nachdem die Dehnung stärker war und länger dauerte. Wiederholt sie sich in gewissen Zeitabständen, so wird sich ein chronisches Emphysem mit seinen bleibenden Gewebsänderungen allmählich ausbilden, genau so, wie wir beim Kautschuk eine dauernde Nachwirkung sahen, nur bedeutend langsamer. —

Von der funktionellen Bedeutung der Abnahme des Lungenvolumens wissen wir recht wenig. Wahrscheinlich nehmen die Kapazität der Gefäßchen und die Geschwindigkeit des Blutstroms ab: Schlängelung einer Röhre verringert ja ihre Kapazität und erhöht den Widerstand für eine strömende Flüssigkeit. Ausgedehnte Untersuchungen sind hier erforderlich, ebenso mit Hinsicht auf die Federkraft der Lunge. Namentlich

1) Durig, Zentralblatt für Physiologie 1903, Bd. 17, S. 258.
2) Vergleiche oben und meine schon angeführten „Studien".

die Frage, welchen Einfluß Zusammendrückung der Lunge verschiedener Dauer auf ihre Federkraft ausübt, erheischt unsere Aufmerksamkeit. —

Der hier behandelte Gegenstand zeigt die Notwendigkeit der Zusammenwirkung des Physiologen, Pathologen und Klinikers. Es liegt hier ein ausgedehntes Arbeitsfeld für alle offen. Durch Zusammenwirkung können wir einer bedeutenden Vertiefung unserer Kenntnis entgegensehen.

3.

Über Nervenregeneration und Heilung durchschnittener Nerven.

Von

H. Spitzy.

Die Schlüsse, die wir aus der theoretisch und experimentell gut fundierten Lehre von der Regeneration und Heilung durchschnittener Nerven ziehen können, berechtigen uns zu einem kühneren Vorgehen in der Chirurgie der peripheren Nerven. Die primäre Nervennaht verbürgt sicheren Erfolg und gehört zu den dringlichen Operationen; die Heilungsprozente der sekundären Nervennaht sind außerordentlich hoch, sie sollte also niemals unterlassen werden. Ist sie bei größeren Zerstörungen nicht ausführbar, so müssen wir an einen Neuanschluß des ausgeschalteten Bezirkes an einen benachbarten Nervenstamm denken; auch bei bestehenden zentralen Lähmungen ist es möglich, durch eine solche Verbindung mit intakten Nerven den gelähmten Muskeln wieder auf neuen Bahnen Willensimpulse zuzuführen. Die experimentelle Grundlage dieser Nervenanastomosierungen ist jetzt bereits sehr reichhaltig und breit ausgebaut; die bisherigen Erfolge außerordentlich ermunternd.

So verfügen wir über mehr als 50 gelungene Nervenplastiken bei oft lange bestandener Lähmung des N. facialis; durch Verbindung mit dem N. accessorius oder hypoglossus wurde die gelähmte Gesichtsmuskulatur neu belebt und die entstellende Lähmung beseitigt.

Der Vortragende demonstriert an Tafeln die Methoden der Neuanschaltung, der Implantation oder Kreuzung, erörtert die topographisch-anatomischen Details der Facialisplastik, der Operationen an den Nerven der Extremitäten. Diese bieten ein günstiges Feld für die Vornahme der Nervenplastiken. Ausgedehnte Verletzungen sowie bestehende, vom Gehirn oder Rückenmark ausgehende Lähmungen geben die häufigste Indikation hierzu. So gelang es, durch Exzision die

Narben am Plexus brachialis, oder durch Einpfropfung eines geschädigten Stammes in einen gesunden Geburtslähmungen zu heilen. Vortr. demonstriert Bilder eines Falles von Radialislähmung, die 12 Jahre bestanden hatte. Durch Anschluß an den N. medianus gewann der Patient normale Beweglichkeit; in einem anderen Fall war eine schwere spastische Störung vorhanden, die auf ähnliche Weise gebessert wurde.

Am Bein geben die Plastiken zwischen dem N. tibialis und peroneus die besten Resultate. Es wurden Fälle vom Vortragenden und anderen Autoren mit ausgezeichneten funktionellen Resultaten operiert.

Die Technik ist subtil, doch im allgemeinen nicht schwierig. Ein vom Vortragenden zusammengestelltes Instrumentarium vermag den Operierenden wirksam zu unterstützen.

Zum Schluß rät der Vortragende, bei Lähmungen an die Vornahme der Nervenplastik zu denken, die nur nützen kann; gelingt sie, so ist sehr viel gewonnen, es können fast normale Verhältnisse wiederkehren; versagt sie, so bleiben immer noch eingreifendere Operationsmethoden anderer Art offen. Je genauer die Indikationsstellung und der Fortschritt der Technik, die Auswahl der geeigneten Fälle und die Exaktheit der Methoden sein wird, desto schönere Erfolge wird dieser Teil der chirurgischen Therapie zeitigen.

(Die Veröffentlichung der Originalarbeit erfolgt in der Wien. klin. Rundschau.)

(Der Vortrag des Herrn A. Bethe-Straßburg i. E., der dasselbe Thema wie Herr Spitzy behandelte, wird im ersten Heft einer neuen Zeitschrift „Folia neurobiologica“ erscheinen.)

Sitzung der zweiten Abteilung.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Schmorl-Dresden.

Verhandlungsthema: Die malignen Geschwülste.

Referate hatten die Herren Prof. Dr. E. Goldmann-Freiburg, Dr. G. Schöne-Frankfurt a. M. und Prof. Dr. G. Kelling-Dresden übernommen.

1.

Die Beziehungen des Gefäßsystems zu den malignen Geschwülsten.

Von

E. Goldmann.

Gelegentlich des internationalen Carcinom-Kongresses in Heidelberg habe ich zuletzt einen Bericht erstattet über meine Untersuchungen, die sich auf das Verhältnis der bösartigen Neubildungen zum Blutgefäßsystem beziehen. Wenn ich, einer freundlichen Einladung folgend, zum gleichen Thema das Wort heute ergreife, so geschieht es wahrlich nicht, um bereits Bekanntes noch einmal vorzubringen. Es geschieht vielmehr in der Absicht, Ihnen eine allgemeine Übersicht über meine bisherigen Untersuchungen zu geben, es geschieht vor allem in der Absicht, an der Hand ausgedehnter Demonstrationen Sie auf die Methodik meiner Untersuchungen aufmerksam zu machen, indem ich hoffe, daß ich unter Ihnen Mitarbeiter finden möchte auf einem Gebiete, welches von der größten Bedeutung für die Biologie der bösartigen Geschwülste mir zu sein scheint. Meine Untersuchungen sind an menschlichem und tierischem Material gemacht worden. Ich verdanke es der Güte des Herrn Geheimrat Ehrlich, daß ich ausgedehntere Untersuchungen an Mäusegeschwülsten vornehmen durfte, und zwar an Carcinomen, Sarkomen, Mischgeschwülsten und Chondromen. Bei der kurzen mir zu Gebote stehenden Zeit muß ich auf Einzelheiten in meiner Mitteilung verzichten. Ich werde nur in allgemeinsten Zügen auf meine Untersuchungsresultate eingehen und das Genauere ebenso wie die ausführliche Berücksichtigung der Literatur auf eine spätere Gelegenheit verschieben.

Die Gesichtspunkte, die mich bei meinen Untersuchungen geleitet haben, sind im wesentlichsten folgende:

1. Welche Rolle spielt das Blutgefäßsystem bei der Ausbreitung der bösartigen Geschwulst?

2. Wie gestaltet sich der allgemeine Gefäßaufbau derselben?

3. Welche Bedeutung kommt der Gefäßwucherung bei malignen Tumoren zu? Dient dieselbe lediglich nutritiven oder auch defensiven Zwecken?

Was zunächst die Ausbreitung der Geschwülste durch das Gefäßsystem anbetrifft, so kann ich auf meine bereits vor Jahren erschienene Arbeit verweisen, in welcher ich auf Grund einer besonderen histologischen Untersuchungsmethode, nämlich der Elastinmethode, den Nachweis führen konnte, daß ebenso wie bei Sarkomen auch bei Carcinomen, und zwar schon in Jugendzuständen derselben, spezifische Gefäßwandveränderungen vorkommen. Allerdings sind diese Degenerationen der Gefäßwand viel häufiger bei Venen als bei Arterien anzutreffen. Fernerhin beschränken sich diese Degenerationen in der Regel auf die im Bereiche der Neubildung gelegenen Gefäße. Auf histologische Einzelheiten kann ich mich an dieser Stelle nicht einlassen. Ich möchte nur erwähnen, daß bei Anwendung der gleichen Untersuchungsmethoden ich an Mäusegeschwülsten genau die gleichen Gefäßwandveränderungen angetroffen habe wie bei menschlichen Tumoren. Ich lege so großes Gewicht auf diese Gefäßwandveränderungen, weil ich dieselben als sicheres Kriterium für die Malignität der betreffenden Neubildung betrachte. Bei meinen ausgedehnten Untersuchungen an gutartigen Gewächsen, selbst an solchen, die ein Zwischenglied zwischen gut- und bösartigen darstellen, wie die Strumen es sind, habe ich niemals ähnliche Durchwachsungen der Gefäßwände angetroffen. Der Vollständigkeit halber möchte ich noch hinzufügen, daß in den seltenen Fällen, in denen Mäusecarcinome sich auf die Lymphdrüsen ausbreiten, ich an der erkrankten Lymphdrüse wiederum die gleichen Veränderungen angetroffen habe wie bei der entsprechenden Erkrankung des Menschen. Zunächst gelangen die Krebszellen in den Randsinus der Lymphdrüse, und von hier aus verbreiten sie sich nach dem Mark derselben.

Es mußte nun von Interesse sein, festzustellen, auf welchem Wege die Geschwulstzellen in die Gefäßwand gelangen. Am nächsten lag es anzunehmen, daß die Verschleppung der Zellen auf dem Lymphwege erfolgt. Nun haben die übereinstimmenden Untersuchungen der Anatomen ergeben, daß die Gefäßwand von Lymphgefäßen frei ist. Hiermit im Einklang stehen unsere pathologischen Erfahrungen über den retrograden Transport von Geschwulstzellen auf dem Lymphwege, speziell unsere Erfahrungen über den sogenannten Lymphgefäßkrebs. Immer finden sich hierbei die Geschwulstzellen perivaskulär, niemals intervaskulär. Das anatomische Bild, welches die carcinomatöse Erkrankung der Venen- und Arterienwand bietet, erinnert an die Verteilung der Vasa vasorum. An der Vene nämlich finden wir, um es kurz zu bezeichnen, eine Endophlebitis, an der Arterie eine Periarteriitis carcinomatosa. Allgemein wird von den Anatomen nämlich angenommen,

daß die Verteilnng der Vasa vasorum an den Arterien und Venen verschieden sei, und zwar derart, daß an den Arterien diese Ernährungsgefäße bis zur oberflächlichen Lage der Muscularis dringen, während sie an der Vene bis zur Intima heranreichen. Es ist eine sonderbare Erscheinung, daß diese für die Pathologie der Gefäßwand so außerordentlich wichtige Frage mit neuen Methoden eine Bearbeitung nicht erfahren hat. Ich habe es mir nun angelegen sein lassen, mit Hilfe einer Methode, welche die denkbar feinsten anatomischen Injektionen liefert, die Frage von neuem zu bearbeiten, und zwar bei Föten, Neugeborenen und an amputierten Gliedmaßen, die ich bei frischen Verletzungen, bei chronischen Gelenkerkrankungen und bei Altersbrand gewonnen habe. Diese Präparate stammen somit von Individuen verschiedensten Lebensalters.

An Föten und Neugeborenen habe ich nun in der Verteilung der Vasa vasorum einen Unterschied zwischen Arterien und Venen nicht gefunden. Dagegen macht sich ein deutlicher Unterschied zwischen diesen beiden Gefäßgruppen schon in den ersten Lebensjahren bemerkbar. In der Tat ist an der Arterie die Verteilung der Vasa vasorum auf die Adventitia beschränkt. Wir müssen also annehmen, daß die Arterie mit einem Minimum von Gefäßmaterial auskommt. Das stimmt auch mit unseren ganzen experimentellen Erfahrungen überein. Sehen wir doch, daß bei ausgedehnten Entblößungen solcher Gefäße Ernährungsstörungen ausbleiben. Ja, selbst bei vollständiger Lostrennung derartiger Gefäße, wie es bei Organtransplantationen erfolgt, kann bei geeigneter Behandlung eine Wiedereinheilung selbst aus der Kontinuität resezierter Teile erfolgen. Wir verstehen aber auch auf Grund dieser Erscheinung, daß die Arterien, wie sich VIRCHOW ausgedrückt hat, Isolatoren der pathologischen Prozesse darstellen. Dieses ganze Verhältnis der Vasa vasorum ändert sich aber sofort, sobald eine pathologische Veränderung der Gefäßwand auftritt, sei es, daß eine Schädigung der Gefäßwand von innen, sei es, daß dieselbe von außen erfolgt. Sofort reagiert die Gefäßwand mit einer Verdickung ihrer Häute und einer starken Wucherung der Vasa vasorum. Unter Umständen kann dann selbst die Arterie bis zu ihrer Intima von Vasa vasorum durchsetzt sein. Ich möchte ausdrücklich hervorheben, daß solche Gefäßveränderungen nicht allein bei allgemeineren Systemerkrankungen des Blutgefäßapparates vorkommen, sondern daß dieselben auch bei den mannigfaltigsten lokalen Störungen sich einstellen, bei Entzündungen akuter und chronischer Natur, ja selbst im Gebiete von gutartigen Geschwülsten. Es ist daher erklärlich, daß eine derartig veränderte Gefäßwand im Bereiche maligner Neubildungen viel günstigere Bedingungen für die Einschleppung von Geschwulstzellen darbietet, als eine gesunde. Ich werde bald auf die Bedeutung solcher Gefäßwucherungen in der Gefäßwand näher zu sprechen kommen. Wir werden sehen, daß eine auch sonst in der Pathologie

häufig wiederkehrende Erscheinung hier zutrifft, daß nämlich eine nützliche Reaktion zum Schaden des betreffenden Organs werden kann. Ich erinnere nur an die Seitenketten.

Können wir nun die beschriebenen Gefäßveränderungen für die Metastasierung von malignen Geschwülsten verantwortlich machen? Ich glaube, daß unsere Ansichten über Metastasenbildung im Laufe der letzten Jahre sehr wesentlich modifiziert worden sind durch den von zahlreichen Autoren bei Menschen und Tieren erhobenen Befund, daß ungemein häufig Geschwulstzellen frei in der Blutbahn angetroffen werden. Nun haben Ribbert, Borst und andere mit Recht hervorgehoben, daß wir streng unterscheiden müssen zwischen Embolie von Geschwulstzellen und Metastasenbildung. Sehen wir doch, daß so außerordentlich häufig die Geschwulstzellen in der Blutbahn zu grunde gehen, ohne eine Sekundärgeschwulst zu bilden. Die Bedingungen für die Metastasenbildung scheinen besonders komplizierter Natur zu sein und sollen hier zunächst unerörtert bleiben.

Es gehen nun die Ansichten der Autoren darüber auseinander, auf welchem Wege die Geschwulstzellen in die Blutbahn gelangen; daß Veränderungen, wie ich sie vorhin an Gefäßen beschrieben habe, für die Verschleppung von Geschwulstzellen von Bedeutung sind, bedarf keiner weiteren Erörterung. Auf der anderen Seite hat Martin B. Schmidt mit großer Wahrscheinlichkeit dargetan, daß in den von ihm beschriebenen Fällen ausgedehnter Embolie von Lungenarterien die Einschleppung der Geschwulstzellen auf dem Lymphwege, und zwar durch den Ductus thoracicus, erfolgt ist. Für die Beurteilung dieser Verhältnisse halte ich die Beobachtungen von großer Bedeutung, welche man in neuerer Zeit bei der akuten Wundinfektion gemacht hat. Ich verweise hier insbesondere auf die wichtige Arbeit von Nötzel. Derselbe hat bei seinen Injektionen von Mikroorganismen in die Kniegelenke von Versuchstieren gefunden, daß innerhalb von wenigen Minuten die Keime nicht bloß in den regionären Lymphdrüsen, sondern im allgemeinen Körperkreislauf verbreitet waren. Da die Resorption der Keime unter geringstem Druck vom intakten Kniegelenk aus erfolgt ist, so konnte kein Zweifel darüber bestehen, daß die Resorption auf dem Lymphwege erfolgt war. Einer solchen Annahme stand bisher die Ansicht entgegen, daß durch die Zwischenschaltung von Lymphdrüsen der Lymphstrom unterbrochen sei; hiergegen macht Nötzel mit Recht darauf aufmerksam, daß ja an der Lymphdrüse konstant eine Anastomose zwischen den Vasa afferentia und zwischen den Vasa efferentia besteht. Fernerhin haben die sorgfältigen Injektionen von Drüner ergeben, daß auch sonst zwischen den Lymphgefäßstämmen die ausgedehntesten Anastomosen bestehen. Es können somit Keime leicht in die Blutbahn gelangen, ohne überhaupt eine Lymphdrüse passiert zu haben. Diese Tatsachen, glaube ich, sind

ceteris paribus auch auf die malignen Geschwülste zu übertragen. Klinische und pathologische Erfahrungen haben schon längst dargetan, daß die Geschwulstzellen mit Umgehung der Lymphdrüsen in die Blutbahn gelangen können.

Ich glaube nun, daß überhaupt intime Verbindungen zwischen Lymph- und Blutgefäßsystem bestehen. Bei Injektionen nämlich, die ich von solchen Venen unternommen habe, in deren Nähe Lymphdrüsenpakete sich finden, ist mir aufgefallen, daß die Injektionsflüssigkeit außerordentlich leicht in die betreffenden Lymphdrüsen einfließt: wohl ein sicherer Beweis dafür, daß diese Lymphdrüsen mit der benachbarten Vene in inniger Verbindung stehen. Das steht ja auchmit unserer täglichen Erfahrung in Einklang, daß so ungemein häufig pathologische Prozesse der Lymphdrüsen auf die Venenwand übergreifen und zu innigen Verwachsungen zwischen Lymphdrüsen und Venen führen. Aber auch sonst glaube ich, daß die Verbindungen zwischen dem Lymph- und Blutgefäßsystem viel zahlreichere sind, als bisher angenommen worden ist. Ich sehe hierbei von den Blutlymphdrüsen vollständig ab, die auch bei Menschen gefunden sein sollen. Tatsächlich hat die embryologische Untersuchung ergeben, daß das ganze Lymphgefäßsystem aus den Venen aussproßt. Es ist auch nachgewiesen worden, daß diese Aussprossung bei höheren Säugetieren nicht allein von den Halsvenen, sondern auch von den unteren Körpervenen aus erfolgt. Diese Tatsache dürfte die von älteren Anatomen beschriebenen Verbindungen zwischen größeren Lymphgefäßen und der Vena iliaca, der Vena azygos u. a. Venen erklären. Für solche Verbindungen sprechen ja auch unsere chirurgischen Erfahrungen, die wir bei Verletzungen der großen Lymphgefäße am Halse gesammelt haben. Ich erinnere daran, daß unter den 50 Beobachtungen von Verletzungen des Ductus thoracicus, die in der Literatur beschrieben sind, keine einzige Störung des Lymphkreislaufs nach der Unterbindung des zerstörten Ganges beobachtet worden ist. Es ist zu hoffen, daß weitere Untersuchungen mehr Licht auf diese Frage werfen werden, welche von so großer Bedeutung auch für die Verschleppung von Geschwulstzellen ist.

Ich komme nunmehr zum zweiten Punkt meiner Auseinandersetzung: zur Besprechung der Frage nach dem allgemeinen Gefäßaufbau der malignen Geschwulst. Auch hierüber existieren aus neuerer Zeit nur recht spärliche Arbeiten. RIBBERT hat in einem kurzen Aufsatz seine Injektionserfahrungen an bösartigen Geschwülsten zusammengestellt und aus denselben die Schlußfolgerung gezogen, daß die mangelhaften Zirkulationsverhältnisse in malignen Tumoren für die Hinfälligkeit der Geschwulstzellen verantwortlich zu machen seien.

Zur Lösung der Frage bin ich beim Menschen und beim Tier verschieden vorgegangen. Beim Menschen habe ich folgendes Verfahren angewandt: An Carcinomleichen wurde von der Arteria femoralis aus eine Injektion von Wis-

mutöl-Emulsion vorgenommen. Die carcinomhaltigen Organe sind mit Unterbindung ihrer zu- und abführenden Gefäße aus ihrer Umgebung sorgfältig ausgelöst und dann Röntgenstrahlen ausgesetzt worden. Die hiernach gewonnenen Platten geben ein ausgezeichnetes allgemeines Übersichtsbild über die Zirkulationsverhältnisse des erkrankten Organs. Ich erlaube mir, Ihnen eine Anzahl solcher Präparate, die von Lunge, Leber, Magen, Harnblase, Uterus herstammen, zu demonstrieren.

Die Betrachtung dieser Präparate dürfte Sie von folgenden Tatsachen überzeugen: Sobald eine bösartige Geschwulst in irgend einem Organ sich entwickelt, so sehen wir, daß die Gefäßverteilung desselben, die, wie moderne anatomische Untersuchungen ergeben haben, eine absolut typische und zum Teil durch embryologische Verhältnisse bedingt ist, eine Umwälzung erfährt. An Stelle der typischen Regelmäßigkeit tritt eine chaotische Unregelmäßigkeit auf. Vor allem beobachtet man, daß eine starke Neubildung von Blutgefäßen erfolgt, welche am stärksten an der Wachstumszone der Geschwulst, also an ihrer Peripherie bemerkbar ist. Sehr eigentümlich liegen nun die Verhältnisse beim Carcinom. Sobald dasselbe einen größeren Umfang annimmt, sobald vor allem Nekrosen in demselben auftreten, so sieht man im Innern der Geschwulst einen Schwund von Gefäßen, so daß schließlich eine derartige Geschwulst nicht gefäßreich, sondern im Gegenteil so gefäßarm erscheint, daß man nur in ihrer Peripherie noch Gefäße erkennen kann. An diesen Präparaten erkennt man ferner die Tatsache, daß die neugebildeten Gefäße vorwiegend kleinkalibriger Natur sind, und daß die größeren Gefäße unvermittelt in kleinere und kleinste sich auflösen.

Zur Ergänzung dieser Befunde habe ich nun den Tierversuch angewandt, der uns ja gestattet, in den verschiedensten Wachstumsstadien der Neubildung das Verhältnis der Gefäße zu studieren. Ich habe dabei folgendes Injektionsverfahren angewandt, welches mir von Herrn Eben Hill mitgeteilt worden ist. Es ist dies ein Verfahren, das eine Modifikation der alten Schultzeschen Methode darstellt und darin besteht, daß man eine Injektion des Gefäßsystems vornimmt mit Pelikantinte. Das in der Narkose verendete Tier wird lebenswarm vom freigelegten Herzen aus injiziert. Die weitere Behandlung der Präparate variiert, je nachdem die Geschwulst aufgeklärt oder zur mikroskopischen Untersuchung verwandt werden soll; in dem ersten Fall wird die Geschwulst herausgelöst, zunächst in Alkohol gehärtet, dann in Alkohol übertragen, welcher mit Kalilauge alkalisch gemacht ist, später behufs Aufklärung in Alkohol-Glyzerin und endlich in reines Glyzerin gebracht. Soll jedoch eine mikroskopische Untersuchung erfolgen, so wird das ganze Tier wie sonst Organteile zur mikroskopischen Untersuchung vorbereitet und im Bereiche der Geschwulst in Querschnitte zerlegt. Die Klärungspräparate liefern die denkbar zierlichsten und anatomisch genauesten Bilder des Gefäßverlaufs. Auf der anderen

Seite gestatten die mikroskopischen Bilder, zumal wenn dieselben in Serien zerlegt werden, den klarsten Einblick in das Wechselverhältnis zwischen dem Gefäßsystem des Tumors und demjenigen der Umgebung.

Je nach der Art des Tumors sind die Gefäßverhältnisse grundverschieden. Allen gemeinschaftlich aber ist, daß an der Wachstumsgrenze eine starke Vermehrung von Blutgefäßen zu erkennen ist. Diese Vermehrung ist allerdings abhängig von dem betreffenden Gewebe, in dessen Bereich die Neubildung wächst. Ganz besonders schön sind die Neubildungsvorgänge zu erkennen da, wo die Geschwulst auf gefäßreiche Muskeln, auf gefäßreiche Drüsen (Mamma), endlich auf gefäßreiche Abschnitte des Unterhautzellgewebes stößt. Insbesondere interessant sind die Veränderungen, die in den Gefäßen erfolgen entfernter von der Wachstumsgrenze der Geschwulst. Dieselben erweitern sich auf ein Vielfaches, schlängeln sich und erzeugen ein unregelmäßiges Gewirr von feinsten Gefäßchen. Man hat unwillkürlich den Eindruck, als ob durch die Geschwulstwucherung an solchen Stellen der ruhige Gefäßstrom in eine heftige Wirbelbewegung gerät.

Ein Unterschied zwischen Carcinom und Sarkom ist nun darin zu erkennen, daß, wie vorhin angedeutet wurde, beim Carcinom die Vermehrung der Blutgefäße lediglich an der Wachstumszone in die Erscheinung tritt, im Innern der Neubildung dagegen, ganz besonders wenn eine Nekrose derselben erfolgt, von Gefäßen häufig keine Spur zu finden ist. Ganz anders beim Sarkom. Hier finden wir sowohl in der Geschwulstkapsel, als auch noch im Innern der Geschwulst zahlreiche feinste Gefäßnetze, die nur da vermißt werden, wo im innersten Kern auch dieser Geschwülste eine Nekrose eintritt. Besonders interessante Bilder liefern die Mischgeschwülste, insofern hier durch den wechselnden Gefäßreichtum Carcinom und Sarkom sich schon unterscheiden lassen. Von besonderer Eigentümlichkeit ist der Gefäßaufbau des Chondroms, das schon makroskopisch durch ein „rotes Wachstum" sich als eine äußerst gefäßreiche Geschwulst zu erkennen gibt. Von der blutstrotzenden Oberfläche senken sich zwischen die einzelnen Knorpelinseln dicke Gefäßbündel, welche zwischen die Knorpelzellen eindringen und schließlich in weite, anscheinend wandungslose Bluträume sich verlieren. Merkwürdigerweise beobachtet man nun, daß im Bereiche dieser Bluträume massenhaft absterbende und abgestorbene Knorpelzellen sich finden. Schließlich hat auch das Chondrom lediglich an seiner Wachstumszone eine wohlerhaltene Lage von Knorpelzellen. Ich muß mich mit diesen allgemeinsten Angaben begnügen und werde bei anderer Gelegenheit auf die feineren Verhältnisse der Gefäßstruktur und der Gefäßverteilung zurückkommen.

Diese Untersuchungen haben nun 2 Punkte auf das klarste dargelegt: 1. die Tatsache, daß das Stroma der bösartigen Geschwülste von dem Wirt allein geliefert wird, 2. die Tatsache, daß es die Geschwulstzelle ist, welche die besondere Art des Stromas bestimmt.

Was den Gehalt an Blutgefäßen anbetrifft, so könnte man meinen, daß ein spezifischer Unterschied zwischen Sarkomen und Carcinomen besteht, eine Ansicht, die auch von verschiedenen Pathologen verteidigt und damit begründet wird, daß sie auf die verschiedene Genese der Carcinom- und Sarkomzellen hinweisen. Die Carcinomzellen sollen eine eigenartige Beziehung zum Lymphgefäßsystem, die Sarkomzellen zum Blutgefäßsystem haben. Leider wissen wir von dem Verhalten der Lymphgefäße bei Carcinomen nur außerordertlich wenig. Aus neuerer Zeit hat nur Ritter darauf aufmerksam gemacht, daß bei Carcinomen eine Vermehrung von Lymphdrüsen erfolgt, ja er betrachtet diese Lymphdrüsenvermehrung als die erste Reaktion des Körpers gegenüber dem Carcinom.

Ich kann mich jedoch zu der Annahme eines spezifischen Unterschiedes zwischen Sarkom und Carcinom, was die Blutgefäße anbetrifft, nicht verstehen; sehen wir doch, daß in verschiedenen Carcinomen die Blutgefäßentwicklung eine so außerordentlich verschiedenartige sein kann. Bashford hat in neuerer Zeit die interessante Beobachtung mitgeteilt, daß bei seinem Jensenschen Carcinomstamm nach zahlreichen Überimpfungen die gefäßarme, zur Nekrose neigende Geschwulst sich in eine gefäßreiche, nekrosenarme Geschwulst umgewandelt hat. Ich verweise übrigens auch auf die interessanten Beobachtungen von Ehrlich über den Übergang von Carcinom in Sarkom. Nur beiläufig will ich erwähnen, daß ich beim Menschen eine ganz ähnliche Beobachtung gemacht habe. Es handelte sich um ein Mädchen, bei dem ich wegen Mamma-Carcinoms die Brustdrüse entfernt und die entsprechende Achselhöhle ausgeräumt habe. Es trat ein Rezidiv in der anderen Achselhöhle auf; auch dieses entfernte ich. Sehr bald entwickelten sich von neuem Knoten in der Brusthaut. Nun bekam die Patientin eine Pneumonie und im Anschluß daran eine Eiterung der vorderen Brustwand. Nachdem diese Komplikationen überstanden waren, brachen die Knoten auf, und es bildeten sich aus den Geschwüren große, leicht blutende, pilzförmige Geschwülste, die schließlich den Tod der Patientin herbeigeführt haben. Die mikroskopische Untersuchung der letzten Geschwülste hat ergeben, daß Carcinomzellen vollständig fehlten, und daß an Stelle der Carcinome typische Spindelzellsarkome entstanden waren; ich halte also, was die Blutgefäße anbetrifft, den Unterschied zwischen Sarkom und Carcinom nicht für einen prinzipiellen, sondern nur für einen graduellen.

Ich habe vorhin erwähnt, daß die Blutgefäßbildung von der Geschwulstzelle ausgelöst wird. Selbstverständlich aber ist sie von der Reaktionsfähigkeit des Körpers auch abhängig. Ganz besonders meine Untersuchungen an Tiergeschwülsten haben ja gezeigt, wie verschieden die Gefäßwucherung ausfällt je nach den Gewebsabschnitten, in welchen die Geschwulst sich entwickelt. Ich betrachte somit die Proliferationsfähigkeit der Blutgefäße als einen Gradmesser für die Reaktionsfähig-

keit des Körpers. Auf der anderen Seite möchte ich die Nekrose als einen Gradmesser „sit venia verbo" für die „Virulenz" der Geschwulstzelle bezeichnen. Wir haben wohl allgemein die Ansicht fallen lassen, daß die Nekrose in Geschwülsten zufälligen Ursachen (mechanisch durch Druck, nutritiv durch ungenügende Zirkulation) ihre Entstehung verdankt. RITTER hat zweifellos Recht, wenn er die Nekrose als eine spezifische Äußerung der betreffenden Geschwulstzellen auffaßt, in dem Sinne, wie wir heute die Nekrose bei der Tuberkulose und der Syphilis als etwas für den betreffenden Krankheitserreger Spezifisches betrachten. Ich stimme nur in einem Punkte mit RITTER nicht überein: er betrachtet die die nekrotischen Massen einsäumenden Zellen als eine Reaktion des Körpers und die Nekrose als die Geschwulst im engeren Sinne. Die Reaktion des Körpers wird durch die Bindegewebs- und Blutgefäßwucherungen in der Peripherie des Tumors vertreten. Jene Zellen, welche die nekrotischen Massen umgeben, sind Geschwulstzellen, welche lebensfähig das weitere Wachstum der Geschwulst besorgen. Während also RITTER die nekrotischen Massen als untergegangene Feinde betrachtet, erblicke ich in der Nekrose vielmehr ein Schlachtfeld, auf dem die eindringenden Feinde, aber auch die verteidigenden Körperzellen dahingestreckt sind. Gerade durch die Untersuchung der Gefäße läßt sich nachweisen, daß im Gebiete der Nekrose neben abgestorbenen Geschwulstzellen auch zugrunde gegangene Gefäße und nekrotisiertes Bindegewebe sich befinden. (Im übrigen habe ich genau das Gleiche auch bei der Tuberkulose gefunden.)

Damit bin ich an den dritten Punkt meiner Darstellung gelangt: Welche Bedeutung kommt der Gefäßwucherung bei malignen Tumoren zu? Sollen wir wirklich annehmen, daß dieselbe lediglich nutritiven Zwecken dient? Ich glaube, daß es unseren ganzen modernen Ansichten über die Funktionen des Blutes widerspricht, wenn wir annehmen wollten, daß auf dem Wege der neugebildeten Gefäße nur Ernährungsmaterial und nicht auch Schutzstoffe herbeigeführt werden. Wie anders sollten wir bei einer solchen Annahme die Veränderungen verstehen, welche an der Gefäßwand selbst sich ereignen, wenn ein pathologischer Reiz sie trifft. Unter normalen Verhältnissen zeigt eine hoch funktionierende Arterie nur Vasa vasorum, welche in ihre Adventitia verlaufen; sobald jedoch eine pathologische Störung Platz greift, sehen wir Gefäße durch ihre sämtlichen Häute verteilt. Häufig ist als einziges Residuum einer pathologischen Störung eine umschriebene Intimaverdickung zurückgeblieben. Ist es wahrscheinlich, daß jener ganze Gefäßaufwand lediglich zur Ernährung dieser Bindegewebsmassen dient? Wie erscheinen vollends im Lichte einer solchen Auffassung die bemerkenswerten Funde von MARTIN B. SCHMIDT an den von ihm beobachteten Embolien der Lungenarterien durch Carcinomzellen: Geschwulstzellen, welche ohne Zusammenhang mit der Gefäß-

wand bleiben, können sich ausgedehnt vermehren, ja solide Geschwulstsäulen in dem Lumen der Gefäße bilden, ohne daß ein bemerkenswerter Untergang von Geschwulstzellen erfolgt. Sobald jedoch die Geschwulstzellen infiltrierend auf die Gefäßwand übergreifen, so tritt hier eine lebhafte Wucherung von Bindegewebe und Gefäßen auf, und die Geschwulstzellen gehen zugrunde, so daß zuweilen in der durch Bindegewebe verschlossenen Arterie Geschwulstzellen gar nicht mehr zu finden sind. Solche Beobachtungen habe auch ich vielfach gemacht und früher beschrieben. Ich glaube ferner, daß ähnliche Verhältnisse auch in Lymphdrüsen vorkommen, welche im Gefolge von Carcinomen von Geschwulstzellen durchsetzt werden, später jedoch nur den Eindruck anscheinend entzündlich hypertrophischer Lymphdrüsen machen. Ich besitze hierüber allerdings keine ausgedehnten Erfahrungen. Ich habe aber in einzelnen Fällen bei genauester Durchmusterung solcher Lymphdrüsen Geschwulstzellen angetroffen und trage daher keine Bedenken, anzunehmen, daß in denselben andere Geschwulstzellen zugrunde gegangen sind. Ich erwähne endlich die merkwürdigen Befunde bei Mäusechondromen, wo wir bei massenhafter Neubildung von Blutgefäßen auch einen massenhaften Untergang von Geschwulstzellen finden.

Für die Beurteilung dieser Verhältnisse scheinen mir von einschneidender Bedeutung die Beobachtungen zu sein, die man in neuerer Zeit bei spontaner und künstlicher Ausheilung von Carcinom gemacht hat. Ich erinnere hier an die Zusammenstellungen von Lohmer, solche Fälle betreffend, in denen eine Ausheilung durch chirurgische Maßnahmen, verbunden mit Anwendung von physikalischen und chemischen Mitteln, erfolgt ist. In allen diesen Fällen, mag es sich um die Anwendung von Glühhitze, Ätzpasten, Röntgenstrahlen oder Radium handeln: immer sehen wir, daß der Schwund der Zellen einhergeht mit einer Wucherung des Bindegewebs-Gefäßapparates, und zwar sonderbarerweise häufig unter einleitenden Blutungen.

Ich bin weit davon entfernt, etwa annehmen zu wollen, daß die Vermehrung von Blugefäßen allein ein bestimmender Faktor für die Ausheilung von malignen Geschwülsten darstelle. Denn ich stehe vielmehr auf dem Virchowschen Standpunkt, der durch die klassischen Untersuchungen von Ehrlich über das Sauerstoffbedürfnis der Gewebe in ein so helles Licht gesetzt worden ist, daß nicht die Gefäße die Zellen ernähren, sondern daß die Zellen sich selbst ernähren. Ich glaube, wie Thiersch schon dargetan hat, daß der Kreislauf in bösartigen Geschwülsten trotz größeren Gefäßreichtums ein träger ist. Die Wirkung aller künstlichen Heilmittel ist wohl darin zu suchen, daß der Kreislauf durch sie in ähnlicher Weise gefördert wird, wie z. B. in entzündeten Teilen durch die Stauungsbinde. Enthält nun das Blut Schutzstoffe, so ist natürlich ein reichlicheres Gefäßsystem für die Ausheilung der Geschwulst günstiger.

Es muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu bestimmen

wo solche Schutzstoffe gebildet werden, oder allgemeiner gesagt, wo die Schutzeinrichtungen des Körpers anzutreffen sind. Schon heute kann man wohl auf Grund pathologischer und klinischer Tatsachen erklären, daß dieselben an jener Stelle vorhanden sind, an welcher der Körper am meisten gefährdet ist, also in den uns interessierenden Fällen an der Peripherie der Geschwulst. Unter diesem Gesichtspunkte bekommen wir ein Verständnis für solche Fälle, wie sie wohl jedem Chirurgen vorgekommen sind, daß Geschwülste, die vielleicht monate- oder jahrelang bereits bestanden haben, nach einer Operation rasch die bösartigsten Formen von Rezidiven zeigen. Hier kann die Ursache solcher Rezidive kaum darin gesucht werden, daß vereinzelte Geschwulstzellen zurückgeblieben sind. Es liegt vielmehr näher, anzunehmen, daß durch die Operation die in langen Monaten bereitete Schutzeinrichtung des Körpers zerstört worden ist. Diese Auffassung dürfte bei manchen meiner Fachgenossen Bedenken erregen. Ich glaube jedoch, daß die Zeit gekommen ist, wo wir erkennen sollten, daß künftig der Fortschritt in der Geschwulstbehandlung nicht in einer einseitigen schablonenhaften Entwicklung der chirurgischen Technik zu suchen ist. Wir werden lernen müssen, ebenso wie bei anderen Erkrankungen auch bei Geschwülsten zu individualisieren. Ein solches Individualisieren ist aber nur unter Berücksichtigung der Schutzeinrichtungen, die der Körper für jede Geschwulstart getroffen hat, möglich. Erst dann werden Gegensätze aus der chirurgischen Therapie schwinden, wie sie heute bestehen, z. B. bei Mamma-Carcinom zwischen HALSTED und BRYANT, bei Uterus-Carcinom zwischen WERTHEIM und seinen Gegnern. Wir dürfen uns durch das Gespenst eines vermeintlichen Rückschrittes nicht zurückschrecken lassen. Es ergeht uns bei dem Versuch, die Carcinomfestung einzunehmen, wenn ich dieses VIRCHOWsche Sinnbild gebrauchen darf, nicht anders, als dem Techniker, der bei der Überwindung einer steilen Höhe seine Fahr- oder Eisenbahnstraße in Kreistouren anlegen muß. Zum Glück erkennen wir, sobald wir zum Ausgangspunkt dieser Kreistour zurückgekehrt sind, daß wir auf einer höheren Stufe der Erkenntnis stehen und unserem Ziele näher uns befinden.

Ich würde mich freuen, wenn ich durch meine Untersuchungen die Anregung dazu gegeben haben sollte, daß man in Zukunft neben dem Studium der Geschwulstzelle das Geschwulst-Stroma als das Produkt der reaktiven Tätigkeit des Körpers entsprechend berücksichtigt. Ich behalte mir weitere Mitteilungen über die Physiologie der Geschwulstzellen, besonders was ihr Sauerstoffbedürfnis betrifft, für eine andere Gelegenheit vor.

Diskussion. Herr ALBRECHT-Frankfurt a. M.: Herr GOLDMANN hat zur Erläuterung seiner schönen Demonstrationen vieles gesagt, was die pathologischen Anatomen akzeptieren können, z. T. längst annehmen, vieles, dem wir entschieden widersprechen müßten, wenn wir hier überhaupt die Frage ausführlich diskutieren könnten. Ich möchte nur einiges herausheben. 1. Daß bei rasch wachsenden Tumoren, auch Carcinomen, starke Gefäßneubildung stattfindet, ist uns längst bekannt; wertvoll erscheint gegenüber manchen Anschauungen über die ganz minderwertige Gefäßbildung in allen Tumoren der Nachweis, daß auch in den malignen Tumoren so vollendet schöne Gefäßversorgung stattfindet, wie Herr GOLDMANN uns vorgeführt hat. — 2. Für die Entstehung der zentralen usw. Nekrosen denken wir längst nicht mehr an bloße Druckwirkung, sondern daneben an Ernährungsstörungen verschiedener Art, an Freiwerden von vitalistischen Fermenten aus einzelnen untergehenden Zellen, an spezifische Toxinwirkungen der Tumorzellen. — 3. Die großen Blutlakunen in dem Chondrom der Maus sind bekanntlich Haemorrhagien, so daß selbstverständlich darin untergehende Tumorzellen usw. liegen müssen. — 4. Fälle wie der beschriebene von Sarkom der Mamma nach exstirpiertem Carcinom sind, wenn nicht ganz sichere Übergänge nachgewiesen sind, nicht zu verwerten. Ich habe im letzten Jahre einen Fall seziert, in dem nach exstirpiertem und nicht rezidiviertem Carcinom der einen Mamma ein neu entstandenes Spindelzellsarkom der anderen Mamma mit Metastasen zum Exitus führte. Wäre es in der erstoperierten Mamma oder in deren Nähe entstanden, so würde man es unter Umständen als aus dem Carcinom entstanden angesehen haben. — 5. Die Anschauung Herrn GOLDMANNS über die Schutzwirkung der neugebildeten Gefäße teile ich nicht, obwohl ich seiner Aufforderung zum genauen Studium der Gefäße und des Bindegewebsbaues in Carcinomen nur beipflichten kann; denn wenn man, wie ich es vorschlage, die Tumorzellen nicht schlechthin als wuchernde, sondern gleichzeitig als aufbauende, nach organartigen Bildungen tendierende Zellen betrachtet, so ergibt sich ohne weiteres die Forderung, den Besonderheiten der Geschwulstarchitektur nachzugehen.

Herr MÜLLER-Rostock: Nur eine Bemerkung vom Standpunkt des Klinikers. Herr GOLDMANN hat bereits vorhin der Vermutung Ausdruck gegeben, daß gegen die Schlußfolgerung, daß wir durch gründliche Mammaoperation bei manchen Fällen schaden, Bedenken geäußert werden würden. Ich bezweifle diese letztere Tatsache für einzelne Fälle nicht. Aber bis diese außerordentlich schwierige Frage für die Praxis geklärt sein wird, möchte ich vom chirurgischen Standpunkt aus dringend für Festhalten des Standpunktes eintreten, daß man bei erkanntem Carcinom früh, gründlich und nach dem Schema operiert.

2.

Weitere Erfahrungen über Geschwulstimmunität bei Mäusen.

Von

Georg Schöne.

M. H.! Die in Frage stehenden Mäusetumoren bilden eine große einheitliche Gruppe von epithelialen Geschwülsten der Mamma, welche mikroskopisch alle Übergänge vom reinen Adenom bis zum typischen alveolären Carcinom aufweisen. Sie wachsen sehr wenig infiltrierend, entbehren des infiltrativen Wachstums aber nicht ganz. Metastasenbildung ist besonders bei Spontantumoren nicht selten. Die Metastasen finden sich am häufigsten in den Lungen. In beiden Beziehungen erreichen diese Geschwülste den Typus des menschlichen Krebses nicht vollständig. Eine gewisse Überlegenheit diesem gegenüber bedeutet aber eine enorme Wachstumsenergie, welche bei transplantierten Tumoren unter Umständen so weit gesteigert werden kann, daß die Geschwulst in wenigen Wochen die Größe der Maus selbst erreicht. Alles in allem handelt es sich um Geschwülste, die bis zu einem gewissen Grade für die Maus charakteristisch sind. Sie stehen aber den menschlichen malignen Tumoren nahe und werden von ihnen unterschieden durch die quantitativ verschiedene Ausbildung gewisser Qualitäten. Ein prinzipieller Gegensatz zwischen ihnen und den menschlichen Krebsen scheint nicht zu bestehen.

Nach den Erfahrungen von Jensen, Clowes und vor allem Ehrlich gelingt eine aktive Immunisierung von Mäusen gegen die Wirkung einer nachfolgenden Inokulation eines solchen Tumors, wenn gewisse Mengen für das betreffende Tier avirulenten oder fast avirulenten Geschwulstgewebes (von der Maus) subkutan injiziert werden. Ehrlich hat die Immunisierung mit hämorrhagischen Spontantumoren angegeben, mit welcher eine vortreffliche Arbeitsmethode gegeben ist.

Die Immunität ist nach Ehrlich unabhängig von der Natur des

nachgeimpften Tumors. Man kann mit einem Carcinom gegen verschiedene Carcinomstämme, gegen Sarkome (durch Umwandlung aus Carcinomen entstanden) und auch wenigstens partiell gegen ein Chondrom immunisieren. Umgekehrt gelingt auch die Immunisierung mit Sarkom gegen Carcinom. Ehrlich hat deshalb von einer Panimmunität gegen Mäusetumoren gesprochen.

Es lag daher nahe, zu fragen, ob zur Immunisierung überhaupt Geschwulstgewebe notwendig ist, oder ob nicht auch normalen Geweben eine derartige resistenzerhöhende Kraft eigen sein kann.

Bashford und ich selbst haben unabhängig voneinander den Nachweis führen können, daß dies in der Tat der Fall ist.

Bashford erzielte einen guten immunisierenden Effekt mit normalem Mäuseblut.

Ich selbst arbeitete (auf der Carcinomabteilung von Herrn Geheimrat Ehrlich) mit Mäuseembryonen und konnte Ende vorigen Jahres mitteilen, daß mir in 2 größeren Versuchsreihen eine ziemlich kräftige Immunisierung (bis ca. 70 Proz.) gelungen sei. Ein positives Resultat ergab auch ein Versuch mit Mäuseleber.

Inzwischen sind Bashfords und meine Erfahrungen von Michaelis und Borrel bestätigt worden. Michaelis benutzte Mäuseleber, Borrel Mäuseleber und Mäusemilz. Dagegen erzielte Borrel mit Hodensubstanz keinen Erfolg. Auch ich selbst hatte mit Hodengewebe keinen beweisenden Ausschlag bekommen. Es wäre wichtig, wenn wirklich erhebliche Differenzen in den immunisierenden Kräften der verschiedenen Organe beständen.

Seither habe ich mich bemüht, einmal die noch recht kurze Reihe der tatsächlichen Feststellungen zu ergänzen, weiter aber einen Vergleich zu ziehen zwischen dieser neuen nicht spezifischen Immunität und der anderen, welche auf eine Tumorinjektion folgt.

Zunächst überzeugte ich mich in mehreren Versuchen davon, daß auch eine einmalige subkutane Injektion von Embryonen eine recht gute Wirkung auslösen kann. Es kommt aber auch vor, daß der Erfolg einer einzelnen Injektion ausbleibt.

Ebenso gelingt die Immunisierung auf intraperitonealem Wege; nur scheint es zweckmäßig zu sein, dann größere Dosen zu wählen ($^1/_2$—1,0 ccm).

Graue Mäuseembryonen wirken schwächer als weiße (alle Versuchstiere waren weiße Mäuse, alle Tumoren stammten von weißen Mäusen). Bei intensiver Vorbehandlung läßt sich aber auch mit ihnen noch ein deutlicher Ausschlag herbeiführen.

Rattenembryonen wirken vielfach gar nicht. In einzelnen Fällen aber scheinen auch sie das Wachstum der später eingeimpften Tumoren behindern zu können.

Für den Vergleich zwischen der Embryonen-Organ-Blutimmunität einerseits und der auf eine Geschwulstinjektion folgenden andererseits ist Folgendes von Wichtigkeit:

Wenn auch in einzelnen Fällen die Embryonenimmunität der Spontantumorimmunität an Kraft gleichkommen kann, so war doch in meinen Versuchen im allgemeinen die Spontantumorimmunität die quantitativ überlegene.

Da wir zur Zeit das Wesen der beiden Immunitäten nicht kennen, so ist eine definitive Entscheidung für oder gegen eine prinzipielle Ähnlichkeit derselben vorläufig noch unmöglich.

Aber auch wenn man sich dessen bewußt bleibt, wird man sich nicht der Einsicht verschließen, daß eine Anzahl von Argumenten dafür spricht, daß prinzipielle Differenzen nicht vorhanden sind. Ich habe dabei wesentlich die Frage im Auge, ob bei der Tumorimmunität Parasiten oder deren Produkte im Spiele sind, oder ob das bei ihr ebenso wenig der Fall ist wie bei der Immunität nach Vorbehandlung mit normalen Geweben.

Diese Argumente sind die folgenden:

Die hämorrhagischen Spontantumoren wirken stärker als die nichthämorrhagischen. Wenn man an BASHFORDS Blutimmunisierung denkt, so wird man geneigt sein, in der geweblichen Veränderung im Sinne der Hämorrhagie die Ursache der Steigerung der immunisierenden Kraft zu suchen, anstatt etwa an gänzlich hypothetische Evolutionen supponierter Parasiten und an eine Beziehung dieser Evolutionen zu den veränderten immunisierenden Kräften zu denken.

Es spricht ferner für die Verwandtschaft der beiden Immunitäten, daß sie sich einander ungefähr parallel entwickeln. Beide sind nach etwa 14 Tagen ausgebildet und können Wochen und Monate anhalten, beide aber auch in einzelnen Fällen früher abklingen.

Beide haben schließlich dieselbe Wirkung auf den nachgeimpften Tumor. Meist ist diese Wirkung die einer absoluten oder relativen Behinderung des Tumorwachstums, also eine rein quantitative. In einer Anzahl von Fällen hat aber APOLANT auf halbimmunen Tieren auch einen Rückschlag des seit Jahren unter dem mikroskopischen Bilde eines alveolären Carcinoms gewachsenen Tumors in den mikroskopischen Typus des Adenoms nachweisen können. Hier liegt wohl bereits eine qualitative Veränderung des Geschwulstwachstums vor, wenn auch der Typus des reinen Adenoms vielleicht noch nicht erreicht wird.

Einen derartigen Vorgang durch eine an Parasiten gebundene Immunität zu erklären, scheint mir schwierig und gekünstelt, zumal wenn man bedenkt, daß dieselben Veränderungen auch im Gefolge der Blutimmunität auftreten können, also ganz gewiß ohne Mitwirkung von Parasiten.

Nach dem allen darf man wohl als wahrscheinlich annehmen, daß

die beiden Immunitäten einander nahe verwandt sind, und daß in beiden Fällen die Körperzellen oder deren Produkte die wesentlichen immunisierenden Faktoren sind.

Das Problem, ob es sich bei allen diesen Vorgängen allein um Fremdzellenimmunität handelt, ist besonders scharf von v. Dungern präzisiert worden.

Ich habe versucht, Mäuse mit ihren eigenen, in ihnen selbst spontan entstandenen Tumoren zu immunisieren. Die Zahl der Versuche ist aber vorläufig noch zu gering, um eine sichere Entscheidung des genannten wichtigen Problems zu ermöglichen.

Diskussion. Herr Thorel-Nürnberg: Ich möchte gleichfalls vom pathologisch-anatomischen Standpunkt aus meine Bedenken äußern, die Geschwülste bei Mäusen so ohne weiteres als Carcinom zu bezeichnen, zumal zwischen dem Verhalten der sog. Mäusekrebse und den beim Menschen vorkommenden Carcinomen doch tiefgreifende biologische Unterschiede vorhanden sind. Bezüglich der Demonstration eines Falles von sog. Mäusecarcinom mit Metastasenbildung in Leber, Milz und Lunge vergl. Verhandlungen der pathologischen Gesellschaft.

3.

Ergebnisse der serologischen Untersuchungen beim Carcinom.

Von

Georg Kelling.

Meine Herren! Vor 3 Jahren hatte ich auf der Naturforscherversammlung in Breslau über meine ersten Versuche berichtet, die Diagnose auf Carcinom aus dem Blutserum des Patienten zu stellen. Ich habe diese Untersuchungen über 3 Jahre durchgeführt und will Ihnen die Ergebnisse dieser Untersuchungen kurz mitteilen.

Angewendet hatte ich 2 Methoden. Die erste Methode ist die Präcipitinmethode. Das Blutserum des betreffenden Patienten wurde versetzt mit Extrakten aus embryonalem Eiweiß und mit Extrakten aus Lebern erwachsener Tiere, und zwar aus Lebern von mindestens 4 verschiedenen Schlachttieren: von Huhn, Schaf, Rind und Schwein. Es wurde festgestellt, daß das Blutserum Krebskranker mit diesen Tiereiweißextrakten, embryonalen und ausgewachsenen Ursprungs, Trübungen gibt unter bestimmten Versuchsbedingungen, Trübungen, welche normale Sera und die Sera anderer Kranker nicht zeigen.

Außerdem hatte ich eine zweite Methode, die sogenannte haemolytische, angewendet. Ich benutzte dazu die Blutkörperchen derselben 4 Tierarten und stellte fest, wie viel Haemoglobin unter bestimmten Versuchsbedingungen gelöst wird von dem Serum Gesunder, Carcinomatöser und anderer Kranken. Die Details dieser Methoden, m. H., muß ich hier übergehen; sollte jemand von Ihnen, m. H., wünschen, die Methodik speziell kennen zu lernen, so bin ich bereit, Ihnen die Versuche zu verabredeter Stunde zu demonstrieren.

Herr Professor v. Dungern hat in seinem Vortrag auf dem internationalen Krebskongreß in Heidelberg meine Methode auf Grund seiner Nachprüfung abgelehnt. Diese Nachprüfung v. Dungerns ist von verschiedenen Seiten in medizinischen Blättern und auch anderwärts als

eine vernichtende Kritik für mich bezeichnet worden, so daß ich v. DUNGERNS Angriffe hier nicht übergehen darf. Ich beschränke mich aber darauf, folgende Tatsachen festzustellen: v. DUNGERNS Nachprüfung meiner Präcipitinmethode beschränkt sich auf 5 Fälle und 2 verschiedene Tiereiweiße. Unter diesen 5 Fällen sind nur 2 Magen-Darmkrebse, und von den 2 Tierextrakten, nämlich Hühner- und Schafsleber, gehört eins zu denjenigen, die am allerseltensten Reaktion geben. v. DUNGERNS haemolytische Untersuchungen erstrecken sich auf einen einzigen Versuchstag mit 10 Fällen, darunter befinden sich 3 maligne Geschwülste. Ich habe meine Methode besonders für Carcinome des Verdauungskanals angegeben. Bei v. DUNGERN befindet sich unter seinen 10 Fällen gerade 1 Fall von Magencarcinom. Ich habe angegeben, daß man besonders jüngere gastroenterostomierte Patienten, welche nach der Operation gut zugenommen haben, auswählen soll. v. DUNGERN hat auch nicht einen einzigen derartigen Fall untersucht. Meine Werte, die ich auf 1 prozentige Kochsalzlösung und 4 Stunden Exposition angegeben habe, überträgt er auf 0,8 prozentige Kochsalzlösung und 2 Stunden Exposition. Und, was die Hauptsache ist, die Kontrollprobe, welche die Menge des haemolytisch wirkenden Immunkörpers allein bestimmt, also desjenigen Körpers, welcher den wesentlichen Faktor darstellt, hat er gänzlich weggelassen.

Ich kehre zu meinen Untersuchungen zurück. Die Zahl meiner Fälle in diesen 3 Jahren beträgt 600; 200 sind mit der Präcipitinmethode, 400 mit der haemolytischen Methode untersucht. Beide Methoden geben gleichsinnige Ausschläge, und ich fasse infolge dessen ihre Resultate zusammen: Die Untersuchungen sind gemeinsam mit meinem früheren Mitarbeiter Dr. ILLING angestellt worden.

Unter diesen 600 Fällen waren 265 maligne Geschwülste und 320 andere Fälle. Mindestens zweimal untersucht, d. h. zu zwei verschiedenen Zeiten dem Patienten Blut entnommen und sämtliche Blutproben mit frischem Material von neuem angestellt, habe ich von den Carcinomen 65, von den 320 anderen Fällen 42, so daß ich von den Krebskranken mehr als jeden fünften Fall mindestens zweimal, von den anderen Kranken jeden achten Fall mindestens zweimal zu verschiedenen Zeiten untersucht habe. Ich habe aber viele Fälle auch dreimal, viermal und fünfmal untersucht und einige Fälle bis zu $2^3/_4$ Jahren verfolgt. Unter den 320 verschiedenen anderen Fällen hatte ich 11 Reaktionen: 3 schwache Reaktionen, 20—30 Proz. an der Grenze der Fehlerquelle bei starken chronischen Eiterungen, einmal bei Appendicitis, zweimal bei Blasenkatarrh; 5 stärkere Reaktionen rührten von alimentärer Haemolyse her, 3 bei chronischer Gastritis mit *HCl*mangel und 2 bei tuberkulöser Enteritis. Diese Patienten waren forciert mit rohen Eiern ernährt worden, und die Reaktionen verschwanden bei Aussetzung dieser Ernährung. 3 Reaktionen betrafen eigentümliche Fälle von Geschwulstbildungen, die sich spontan zurückbildeten. Zwei-

mal waren es ganz deutliche harte, palpable Geschwülste des Magens (Salzsäure im Magen vorhanden), welche sich im Verlauf von Monaten zurückbildeten, und die Reaktion verschwand. 1 Fall betraf einen kinderfaustgroßen, harten palpablen Tumor des Pankreas. Dieser Tumor bildete sich in Monaten zurück, die Reaktion verschwand, die Krankheit ging in Cirrhose des Pankreas über. Der Patient lebt zur Zeit (14 Monate sind seitdem verflossen) und leidet an dauernden Fettstühlen und Diabetes.[1]) 6 mal habe ich gutartige Geschwülste untersucht, 2 Ovarialcysten, 1 Fibrom, 1 großes Lipom, 1 Myom, 1 Struma: alle ohne Reaktion. 9 Fälle betrafen maligne Blutkrankheiten, viermal perniziöse Anämie mit 4 positiven Reaktionen, viermal Leukämie mit 3 sicher positiven Reaktionen, 1 Pseudoleukämie ohne Reaktion: das sind im ganzen 9 Fälle mit 7 positiven Reaktionen.

Die 265 malignen Geschwülste zerfallen in folgende Unterabteilungen: 8 Carcinome der Mamma mit 2 positiven Reaktionen, 9 Carcinome des Uterus mit einer zweifelhaften Reaktion und 18 diverse Carcinome wie Schilddrüse, Mediastinum, Niere, Ovarium, Peritoneum, Retroperitonealdrüsen und andere. Diese 18 diversen Carcinome gaben 9 positive Reaktionen. 230 Fälle betrafen Krebse des Verdauungstractus, einmal die Lippe, viermal den Schlund, 24 mal die Speiseröhre, 172 mal den Magen; davon 25 mal Cardia, achtmal Colon, 16 mal Rectum, dreimal Leber und zweimal Pankreas. Diese 230 Carcinome des Verdauungskanals gaben 108 positive Reaktionen, davon kamen 93 auf Huhn, 10 auf Schwein, 5 auf Schaf, also kamen ca. 90 Proz. der positiven Reaktionen auf Huhn. Mithin kommen insgesamt auf die 265 malignen Fälle 119 positive Reaktionen oder auf 100 Fälle 43,4 positive Reaktionen. Es gaben also die Geschwulstkrankheiten, selbst alle Fehlerquellen mit eingerechnet, ca. 13 mal so viel positive Reaktionen, als alle anderen Fälle. Daraus geht schon hervor, daß die Reaktion mit der Geschwulstkrankheit zusammenhängt. Daß man die gleichsinnige Reaktion durch Einspritzung des Tumorgewebes in Tiere erzielen kann, habe ich schon früher nachgewiesen. Die Reaktion hängt nicht mit der Abmagerung zusammen und ist nicht etwa eine Kachexiereaktion, wie mir von verschiedenen Seiten eingeworfen worden ist; sie findet sich bei blühend aussehenden Menschen ohne jede Spur von Kachexie. Sie hängt auch sehr wahrscheinlich nicht ab von sekundärer Infektion ulcerierter Geschwülste. Sie findet sich z. B. auch bei Nierencarcinom, bei Lebercarcinom, bei Ovarialtumoren, bei Retroperitonealtumoren usw. Hierher kann ich auch diejenigen Fälle von Magencarcinom rechnen, bei denen das Carcinom reseziert wurde, und welche dann später an Drüsenmetastasen zugrunde gingen, während, wie die Sektion ergab, der Magendarmkanal frei von Tumoren war. Diese Patienten zeigten eben-

1) Später an Blutungen gestorben; die Sektion ergab doch Krebs.

falls wieder die gleiche Reaktion. Ich habe diese Reaktion auch zur Diagnose von nicht palpablen, okkulten Carcinomen verwendet; die Fälle, welche ich nur auf diese Reaktion hin diagnostizieren konnte, sind 28. Vier waren wegen ihres vermutlichen Sitzes nicht operabel, 3 Fälle betrafen Oesophaguscarcinome (Fälle von Dysphagie ohne Sondenstenose), und 1 Fall erwies sich durch die spätere Beobachtung als Mediastinaltumor. Es bleiben 24 Fälle, denen ich die Operation dringend empfahl. Acht entzogen sich infolge dessen meiner Behandlung, davon sind fünf gestorben unter Erscheinungen des Magenkrebses; zwei leben noch, es geht ihnen progressiv schlechter. Ein Fall wurde später anderweit operiert und das Carcinom entfernt, der Patient starb aber leider an der Operation. Bei 16 Fällen wurde die Laparotomie ausgeführt; dreimal hatte ich den Sitz des Tumor falsch diagnostiziert, einen Fall für Magencarcinom gehalten, wo der Tumor in der Niere saß, einen Fall für Magencarcinom, wo der Tumor in der Leber saß, einen Fall für tuberkulöse Coecumstenose. Die Reaktion war aber +: ich schnitt ein, nach längerem Suchen fand ich den Tumor in der Flexura lienalis, entfernte ihn, es war ein typisches Zylinderzellencarcinom. Acht Fälle von den 16 erwiesen sich als nicht resezierbar, trotzdem der Tumor nicht palpabel war; die Gründe waren teils der Sitz, meistens aber Drüsenmetastasen, der Tumor wurde aber in allen Fällen gefunden. In acht Fällen konnte der Tumor reseziert werden, davon betrafen sechs Fälle den Magen und zwei das Colon. Von diesen Fällen ist einer an der Operation gestorben, zwei sind später an Rezidiven gestorben, und zwar nach 7 und 17 Monaten; vier sind zur Zeit beschwerdefrei und ohne palpablen Tumor.

Ich habe nun die Reaktion auch weiterhin benutzt zur Prüfung der operierten Fälle auf Rezidive. Ich habe Ihnen auf dieser Tabelle 12 Fälle zusammengestellt von Carcinomen, die vor der Operation positive Reaktion gegeben haben, und wo der Tumor reseziert worden ist. Von diesen Fällen sind zur Zeit vier gänzlich beschwerdefrei, drei von diesen sind auch frei von Reaktion, einer aber zeigt schon wieder seit Monaten Reaktion. Es zeigte sich nämlich, daß mit dem Rezidiv immer die Reaktion im gleichen Sinne auftritt, und zwar trat die Reaktion in meinen Fällen schon innerhalb der ersten 6 Monate auf. Kurze Zeit nach der Resektion, etwa $1^1/_2$ bis 2 Monate, war die Reaktion negativ, aber später wurde sie wieder positiv, so daß bis jetzt in allen Fällen, welche Rezidive zeigten, schon nach dem ersten halben Jahr die vorher positive Reaktion auftrat. Was das Auftreten der Reaktion anbetrifft, so hängt dies ab von zwei Bedingungen: 1. von der Reaktionsfähigkeit des Patienten. Ich habe hier drei Fälle zusammengestellt von Gastroenterostomie bei Pyloruscarcinom, welche bei elendem Ernährungszustand vor der Operation keine Reaktion zeigten; aber mehrere Monate später, nachdem sie an Gewicht gut zugenommen hatten, zeigten sie

positive Reaktion. Es gibt aber auch solche Fälle, und ich habe auf dieser Tabelle drei derartige zusammengestellt, welche vor der Gastroenterostomie keine Reaktion gaben und nach der Gastroenterostomie, trotz guten Zustandes, ebenfalls keine Reaktion gaben. Es handelt sich hier um Tumoren mit zwei verschiedenen Eiweißarten. Spritzt man das Tumoreiweiß der ersten Art einem Tiere ein, so erhält man die gleichsinnige Reaktion. Spritzt man das Tumoreiweiß der zweiten Art ein, so erhält man keine Reaktion. Nun konnte ich noch an einem Fall eine interessante Beobachtung anstellen über das Auftreten der Reaktion mit der Tumorbildung. Es betraf einen 29jährigen jungen Mann mit Ulcusstenose des Pylorus. Die Reaktion wurde zweimal vor der Operation angestellt mit negativem Erfolg. Bei der Operation fand sich kein Tumor. Patient kam nach $^3/_4$ Jahren wieder und zeigte eine Tumorbildung in der Bauchnarbe. Die Probeexzision ergab typisches Carcinom. Es wurden zu drei verschiedenen Zeiten Proben mit dem Blutserum des Patienten angestellt, und die Reaktion fiel alle dreimal positiv aus, und zwar auf Schwein. Ich lasse diesen Patienten jetzt nach dem Vorgange von BIER mit Schweineblut spritzen. Würde der Patient anstatt Schweineblut Hühnerblut intensiv gelöst haben, so würde ich ihn lieber mit Hühnerblut gespritzt haben. Nun bin ich zwar, m. H., etwas pessimistisch in bezug auf die Serumbehandlung des Carcinoms, und zwar deshalb, weil ich mir schwer vorstellen kann, daß das Blutserum mit Antistoffen genügend die Krebszellen überschwemmen kann an den Stellen, an welchen die Krebse primär sitzen, nämlich zwischen den dicken Bindegewebszügen der chronisch entzündeten Gewebsböden, auf welchen bekanntlich das Carcinom entsteht. Viel optimistischer aber, m. H., bin ich in bezug auf Immunisierung operierter Fälle gegen Rezidive. Wenn wir nämlich durch die Resektion das ganze Nest gleichsam ausgehoben haben, so bleiben noch ein paar Tumorzellen meistens in den Drüsen oder in der Leber sitzen, welche aber nicht genügen, um sogleich eine energische Reaktion auszulösen. Würden wir jetzt durch passende Injektion eine energische Antikörperbildung hervorrufen, so wäre es sehr wohl möglich, daß wir die sitzengebliebenen Zellen vernichten können. Die Rezidive, m. H., sind nun geradezu die Misere der Chirurgen bei Carcinomoperationen. Da nun Herr Geheimrat BIER mit seiner bekannten genialen Initiative die Injektion von Blut zur Behandlung der Krebskrankheit versucht hat, so glaube ich, wenn diese Behandlung überhaupt einen Erfolg hat, daß sie dann in erster Linie geeignet ist zur Immunisierung gegen Rezidive. Sie mögen nun, m. H., die von mir angegebenen Reaktionen gegen fremde Tierblutarten erklären, wie es Ihrer persönlichen wissenschaftlichen Überzeugung entspricht, ganz sicher ist es, daß diese Reaktionen bestehen, und der nächste Schritt ist, daß wir die BIERsche Methode dann spezialisieren, indem wir diejenigen Tierblutarten zur Erzielung einer Gegenreak-

tion auswählen, gegen welche der Körper des Geschwulstkranken, eben infolge seiner Geschwulstbildung, an und für sich schon Gegenstoffe bildet.

Ich ziehe, m. H., aus meinen Untersuchungen folgende Schlüsse:

1. Die von mir angewendeten biochemischen Reaktionen stehen in Beziehung zur malignen Geschwulstbildung.

2. Man kann sie verwenden zur Diagnose okkulter Carcinome, welche man dadurch früher zur Operation bringen kann, als es sonst möglich war.

3. Man kann sie ferner verwenden, um operierte Fälle auf Rezidive zu kontrollieren.

4. Erlaube ich mir vorzuschlagen, für das Verfahren der Blutinjektion nach Bier die biochemisch passenden Blutarten auszuwählen und das Verfahren in erster Linie zu verwenden zur Immunisierung operierter Fälle gegen Rezidive.

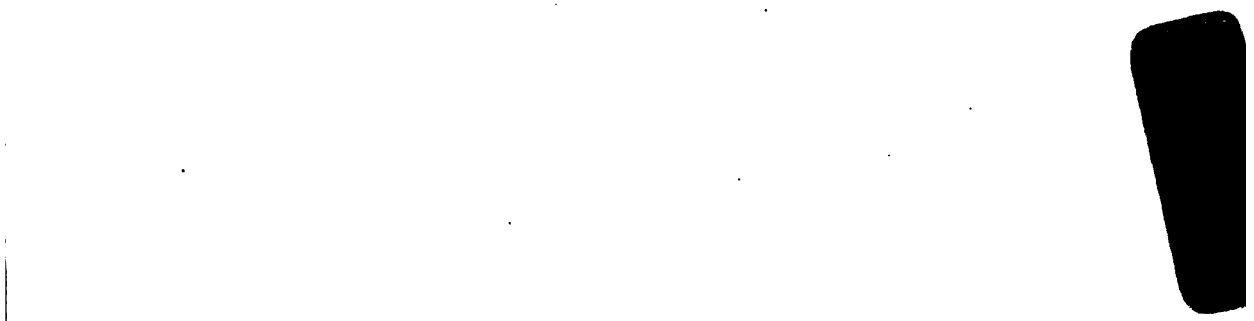
Diskussion. Herr Rosenbaum-Dresden hat die Kellingsche Blut serumdiagnose beim Krebs des Verdauungsapparates an 70 Fällen nachgeprüft und besonders andere Krankheiten des Verdauungskanals mit zum Vergleich herangezogen. Er kommt zu ähnlichen Resultaten wie K., nämlich 54 Proz. positive Ausschläge, und hält die Methode für wertnachgeprüft und in der Praxis verwandt zu werden, besonders da sie sich wesentlich vereinfachen läßt.

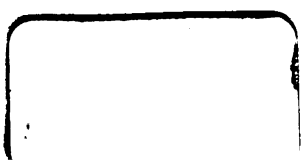
Herr Meinert-Dresden führt 2 Fälle an, in denen ihm Kelling durch seine serologische Untersuchungsmethode zur Differentialdiagnose zwischen Tuberkulose und Carcinom verholfen hat. Das eine Mal handelte es sich um einen carcinomatösen Ovarialtumor, während Tubentuberkulose diagnostiziert war, das andere Mal um Darmtuberkulose, wo Darmkrebs diagnostiziert war. M. demonstriert noch ein Diagramm welches die Krebshäufigkeit in England nach Berufen darstellt. Die dem Trunke ergebenen, von unten kehrenden Schornsteinfeger stehen mit 156 pro Mille Krebsmortalität obenan, während die durch das berufsmäßige Besteigen der Dächer zur Nüchternheit verurteilten deutschen Schornsteinfeger unter allen Berufen vielleicht die niedrigste Krebsmorbidität haben (2 Fälle der 12000 Fälle umfassenden Krebsenquête des Reichsgesundheitsamtes).

Außerdem sprach Herr Pincus-Danzig.

Druck von August Pries in Leipzig.

41B
66+





U. HOLZER